

Statusrapport 2022

Danmarks nationale klimamål og
internationale forpligtelser

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Indhold

1. Indledning, konklusioner og anbefalinger.....	6
1.1 Den globale klimakontekst.....	8
1.2 Nettonul senest i 2050	8
1.3 Den europæiske klimapolitik.....	10
1.4 Status for de kortsigtede danske klimamål.....	12
1.5 Anbefalinger til den fremadrettede klimainsats	16
2. Den globale klimakontekst	23
2.1 Den nyeste forståelse af klimasystemet og klimaforandringer	24
2.2 FN's 26. klimakonference, COP26 i Glasgow.....	25
3. Nettonuludledning senest i 2050	33
3.1 Målet om nettonuludledning	34
3.2 Nettonuludledning i et globalt perspektiv.....	35
3.3 Nettonuludledning i en dansk kontekst	40
3.4 Danske udledninger i 2050	42
3.5 Metoder til negative udledninger.....	43
3.6 Biomasse og kulstof er knappe ressourcer	47
3.7 Prioritering af kulstof frem mod 2050	52
4. EU-rammerne for dansk klimapolitik.....	58
4.1 Eksisterende klima- og energiforpligtelser og <i>Fit for 55</i> -pakken	59
4.2 EU-forpligtelser for ikke-kvotesektoren og LULUCF-sektoren.....	64
4.3 <i>Fit for 55</i> -pakkens betydning for en dansk drivhusgasafgift	73
4.4 Regulering af luftfart, skibsfart og personbiler	75

5. Status på opfyldelse af klimamålene i 2025 og 2030	81
5.1 Overblik over klimaindsatsen frem mod 2025 og 2030	82
5.2 Klimarådets vurderingsmetode	83
5.3 Samlet vurdering af klimaindsatsen til at nå 2030-målet	87
5.4 Samlet vurdering af klimaindsatsen til at nå 2025-målet	93
5.5 Vurdering af klimaindsats i sektorer	94
6. Anbefalinger til klimapolitiske virkemidler	130
6.1 Den fremadrettede klimaindsats	131
6.2 En generel drivhusgasafgift	133
6.3 Omstilling af fødevarsystemet	151
6.4 Tilstrækkelig grøn strøm fra vind og sol	167
6.5 Perspektiver for power-to-X	182
Referencer	197

Statusrapport 2022

Danmarks nationale klimamål
og internationale forpligtelser

Udgivet 25. februar 2022

Klimarådet

Nikolaj Plads 26
1067 København K
+45 22 68 85 88
mail@klimaraadet.dk
klimaraadet.dk

Hvem er Klimarådet?

Klimarådet er et uafhængigt ekspertorgan, der rådgiver regeringen om, hvordan omstillingen til et klimaneutralt samfund kan ske, så vi i fremtiden kan leve i et Danmark med meget lave udledninger af drivhusgasser og samtidig fastholde blandt andet velfærd og udvikling. Klimarådet skal årligt vurdere, om regeringens klimaindsats ansælgiggør, at de danske klimamål nås. Rådet skal desuden bidrage til den offentlige debat og udarbejder også løbende analyser og anbefalinger til klimaindsatsen.

1

Indledning, konklusioner og anbefalinger

1. Indledning, konklusioner og anbefalinger

Klimaloven fra 2020 sætter det klimapolitiske år i faste rammer. Klimarådets statusrapport er første begivenhed i lovens årshjul. Rapporten har de danske klimamål i 2025, 2030 og 2050 som omdrejningspunkt. Klimarådet vurderer, hvordan udsigterne er til at opfylde målene, hvilke problemstillinger klimapolitikken bør have fokus på, og hvilke politiske virkemidler der kan bringe Danmark tættere på målene. En central del af rapporten er Klimarådets lovbundne vurdering af, om regeringens klimaindsats anskueliggør, at målet om 70 procents reduktion af drivhusgasudledningerne i 2030 nås. Klima-, energi- og forsyningsministeren vurderer samme spørgsmål i regeringens årlige klimaprogram i september. En vigtig diskussion er, hvad Danmark bør gøre for at opfylde klimamålene. Klimarådet dykker derfor ned i de mest centrale klimapolitiske områder lige nu, samtidig med at rådet belyser den videre vej mod målet om nettonuludledninger senest i 2050. Dansk klimapolitik udspiller sig på en international arena, hvor særligt EU påvirker rammerne og mulighederne for Danmarks indsats. Derfor har rapporten et særligt fokus på europæisk klimapolitik. Ligeledes trækker rapporten tråde til den globale klimaindsats, hvor det seneste klimatopmøde, COP26, tydeligt viste, at der endnu er lang vej, før Parisaftalens mål om at begrænse den globale opvarmning med sigte på 1,5 grader, er nået.

Rapportens hovedkonklusioner

Vurdering af regeringens klimaindsats mod 2025 og 2030

- Der er de seneste to år sket en betydelig fremdrift mod opfyldelse af 70-procentsmålet i 2030. I alt er reduktionsbehovet i 2030 reduceret med 10 mio. ton CO₂e. Siden Klimarådets seneste statusrapport i 2021 har Folketinget vedtaget konkrete reduktionstiltag i en landbrugsaftale og i finanslovsaftalen for 2022, og regeringen har styrket analysearbejdet af mulige klimatiltag. Derudover har regeringen iværksat en række væsentlige understøttende initiativer, fx udspil til tilskud til dansk brintproduktion og indsatser inden for blandt andet forskning.
- Trods betydelig fremdrift vurderer Klimarådet samlet set, at regeringens klimaindsats endnu ikke anskueliggør, at 70-procentsmålet i 2030 nås. Med det forgangne års klimaaftaler udestår stadig et reduktionsbehov i 2030 på 10 mio. ton CO₂e, som der endnu ikke er fremlagt tilstrækkeligt konkretiserede strategier eller udspil til virkemidler for. Derudover har Klimarådet i sin vurdering lagt vægt på, at der er høj eller moderat risiko forbundet med store dele af de reduktionseffekter, som indgår i det seneste års klimaaftaler.
- Regeringen har fremlagt en politisk køreplan for, hvornår den forventer at tage fat i de relevante sektorer på klimaområdet. Der er udsigt til, at klimaindsatsen vil kunne anskueliggøre, at målet i 2030 nås, i takt med at køreplanen effektueres. Det forudsætter dog, at det resterende reduktionsbehov i væsentlig grad dækkes af vedtagne virkemidler, udspil eller strategier baseret på teknologier og redskaber med begrænset risiko.
- Klimarådet estimerer et reduktionsbehov i 2025 på cirka 1 mio. ton CO₂e for at nå den nedre grænse i reduktionsintervallet på 50 til 54 pct., der udgør 2025-målet. Tallet tager udgangspunkt i klimafremskrivningen fra april 2021 og medregner nye vedtagne virkemidler det seneste år. Justeringer i klimafremskrivningen kan dog ændre billedet, når fremskrivningen opdateres i 2022.

Vejen mod nettonuludledning senest i 2050

- En vigtig udfordring ved at nå målet om nettonuludledning senest i 2050 ser ud til at blive mangel på kulstof fra biomasse. Der er knaphed på bæredygtig biomasse på globalt plan, og kulstoffet skal bruges både til lagring for at opnå negative udledninger og til grønne brændstoffer. Danmark bør allerede nu indrette klimapolitikken med denne udfordring for øje.
- For at mindske kulstofudfordringen bør et ensidigt fokus på negative udledninger undgås. Som konsekvens bør Danmark stræbe efter at reducere de tilbageværende udledninger i betydelig grad. Det gælder særligt i landbruget, som tegner til at blive den største kilde til udledninger i 2050.

- Danmark bør i planlægningen af klimaindsatsen frem mod 2050 tage ansvar for den del af international skibs- og luftfart, der udgår fra danske havne og lufthavne. Det skyldes, at de ansvarlige FN-organer ikke kan stille klimakrav til aktørerne i de to sektorer. Danmark bør derfor medregne et vist forbrug af kulstof til CO₂-neutrale brændstoffer til særligt international luftfart, hvor kulstoffrie drivmidler lige nu ser ud til at have beskedent potentiale. Det forstærker yderligere udfordringen med de knappe kulstofressourcer.

Danske klimaforpligtelser som medlem af EU

- De danske EU-reduktionsforpligtelser i ikke-kvotesektoren og sektoren for skov og arealanvendelse forventes at blive skærpet frem til 2030 som følge af EU-Kommissionens foreslåede *Fit for 55*-pakke. I så fald kan Danmark ikke længere gå ud fra, at EU-forpligtelserne vil blive opfyldt automatisk, hvis det nationale 70-procentsmål opfyldes. Det taler for øget fokus på reduktioner i sektorer som transport og landbrug og for en hurtig indfasning af reduktionerne i Danmark, da EU-forpligtelserne opgøres som de samlede udledninger i årene frem mod 2030.
- EU's kommende klimapolitik ser ud til at reducere risikoen for, at danske udledninger flytter til udlandet i tilfælde af en ambitiøs dansk klimapolitik med fx høje afgifter. Med EU's højere klimamål skal alle EU-lande gøre mere for at reducere drivhusgasudledningerne og får derfor sværere ved at overtage dansk produktion og tilhørende udledninger. Samtidig foreslår EU-Kommissionen en fælleseuropæisk CO₂-told rettet mod lande uden for EU, der ikke har en ambitiøs klimapolitik.

Anbefalinger til klimapolitiske virkemidler på fire centrale områder mod 2030 og 2050

- En generel drivhusgasafgift bør udgøre fundamentet i klimapolitikken mod 2030 og længere frem. Afgiften kan indføres i forskellige spor på tværs af sektorer, men bør sigte mod en ensartet afgiftssats i 2030. Regeringen bør allerede nu melde dette ud sammen med et niveau for afgiften i 2030. Niveaulet afhænger af, om afgiften suppleres af bundfradrag eller tilskud og af forventningerne til de afgørende reduktionsteknologier. Dog bør den samlede tilskyndelse i afgiftssystemet til reduktioner være i størrelsesordenen 1.500 kr. pr. ton CO₂e.
- Landbrugets udledninger er i dag stort set ikke regulerede, men bør også omfattes af en generel drivhusgasafgift. Yderligere bør klimaindsatsen på fødevarer- og jordbrugsområdet fokusere på mulighederne for at målrette EU's landbrugsstøtte mod grønne tiltag, på at understøtte forskning og udvikling og på at tilskynde danskerne til at vælge klimavenlig kost.
- Klimarådets analyser viser, at Danmark fremover vil få behov for mere grøn strøm end den elproduktion, som de nuværende planer for udbygning med vindmøller og solceller vil kunne levere. Manglen forstærkes, hvis Danmark satser så stort på power-to-X, som regeringen lægger op til. Derfor bør udbygningen af elproduktion baseret på vedvarende energi fremrykkes og forøges.
- Power-to-X har potentialet til at fortrænge fossile brændsler og er særligt relevant i de dele af skibs- og luftfarten, hvor direkte elektrificering er vanskelig. Men teknologien skal bruges med omtanke. Hvis ikke produktionen af grøn strøm følger med, vil brændstofferne ikke give en klimagevinst. Faktisk kan udledningerne ligefrem øges på grund af teknologiens store energitab. Samtidig bør power-to-X uden brug af kulstof prioriteres, da tilgængeligt og bæredygtigt kulstof fra biomasse kan blive en knap ressource.

1.1 Den globale klimakontekst

IPCC har endnu en gang understreget klimaalvoren

FN's klimapanel, IPCC, udgav i august 2021 første del af sin sjette hovedrapport. Rapporten vurderer og beskriver den nyeste forståelse af klimasystemet og klimaforandringerne. Rapporten genbekræfter i store træk de samme budskaber, som IPCC har givet siden panelets første rapport fra 1990. IPCC konkluderer, at menneskelig indflydelse forårsager betydelige klimaforandringer, og at fortsatte udledninger af drivhusgasser udgør en trussel for menneskelige og naturlige systemer. Det understreges, at reduktion af drivhusgasudledningerne er nødvendig for at begrænse yderligere opvarmning.

Der er grundlæggende ikke noget nyt i IPCC's overordnede konklusioner. Men den seneste rapport bygger på en større detaljeringsgrad og sikkerhed end tidligere. Det skyldes, at forskerne i dag har en bedre forståelse af klimasystemet, bedre klimamodeller og et bedre datagrundlag. Derfor giver rapporten det hidtil klareste og mest omfattende syn fra IPCC på, hvordan klimasystemet fungerer, og hvordan menneskelige aktiviteter påvirker det. IPCC understreger nødvendigheden af stærkt forøgede ambitioner og hurtig handling, hvis Parisaftalens intentioner og mål fortsat skal være inden for rækkevidde.

Verdens klimamål kræver klimahandling – også på kort sigt

Verdens lande mødtes i november 2021 i Glasgow til FN's 26. klimakonference, COP26. Her skulle landene revidere og opjustere deres ambitionsniveau på klimaområdet. Mere end 150 lande indsendte nye nationale handleplaner i forbindelse med konferencen. Mange af handleplanerne indeholdt skærpede klimamål for perioden frem mod 2030. Hvis målene opfyldes, lyder vurderingen, at opvarmningen kan begrænses til cirka 2,4 grader sammenlignet med førindustriel tid. Det er stadigvæk et stykke over Parisaftalens mål om at holde temperaturstigningen et godt stykke under 2 grader med sigte på 1,5 grader.

Mange lande har sat mål om nettonuludledning i tillæg til handleplanerne. Disse mål rækker frem mod midten af århundredet. Hvis alle mål om nettonuludledning opfyldes med en indsats, der også har effekt på kort sigt, kan opvarmningen begrænses til cirka 1,8 grader. Det er første gang, at den samlede effekt af verdens kollektive løfter estimeres til at kunne bringe den forventede opvarmning inden for rammerne af Parisaftalens temperaturmål.

De mange nettonulmål er dog langsigtede, og kun i få tilfælde er de understøttet af ambitiøs klimapolitik på den korte bane. Der er behov for, at de langsigtede nettonulmål suppleres med ambitiøse delmål, der sikrer betydelige drivhusgasreduktioner på kort sigt. Det kræver, at verdens lande formår at reducere udledningerne frem mod 2030 betydeligt mere, end de nuværende handleplaner lægger op til. Det vil begrænse de samlede drivhusgasudledninger, samtidig med at landene får større sandsynlighed for at nå deres nettonulmål i sidste ende. Dette er nødvendigt, hvis Parisaftalens temperaturmål skal efterleves.

→ Læs mere om COP26 og perspektiverne for det globale klima i kapitel 2.

1.2 Nettonul senest i 2050

Danmark sigter mod nettonul

Det danske mål om nettonuludledning senest i 2050 er klimapolitikens sigtepunkt. Målene i 2025 og 2030 er vigtige trædesten på vejen, ligesom kommende mål hvert femte år skal sikre, at Danmark holder retningen mod det langsigtede mål. Klimaloven taler om klimaneutralitet senest i 2050, men reelt er målet, at tilbageværende udledninger modsvares af såkaldte negative udledninger i form af optag af CO₂, således at danske udledninger skal gå i nul i en nettobalance. Nettonuludledning er dermed en mere præcis formulering af det reelle mål end klimaneutralitet.

I henhold til klimaloven skal Klimarådet vurdere, om regeringens klimaindsats anskueliggør, at det danske nettonulmål nås. Det er endnu for tidligt at svare meningsfyldt på dette spørgsmål. I denne rapport forholder Klimarådet sig derfor til muligheden for at nå 2050-målet ved at vurdere udsigterne til at nå 2030-målet. Hvis vi opfylder 70-procentsmålet i 2030, er vi formentligt godt på vej mod nettonuludledning senest i 2050. Men klimapolitikken bør eksplicit have 2050 for øje allerede nu. Rapporten indeholder derfor en diskussion af de vigtigste udfordringer på vejen mod nettonuludledning.

Nettonul kræver negative udledninger

Det vil næppe være muligt at komme af med alle udledninger senest i 2050. Vi kan udfase stort set alle fossile brændsler, men visse kilder til udledninger vil formentlig være umulige at fjerne i praksis. Det gælder især i landbruget, hvor mange af de biologiske processer vanskeligt lader sig omstille fuldt ud i klimavenlig retning.

Negative udledninger vil være nødvendige for at kompensere for de tilbageværende udledninger, hvis nettonuludledning skal nås. Negative udledninger kræver, at CO₂ fjernes fra atmosfæren og lagres. En velafprøvet metode er at plante skov, der lagrer CO₂ direkte fra atmosfæren. To andre metoder er at fangst af CO₂ fra punktkilder, fx fra skorstenen på biomassefyrede kraftvarmeværker, med efterfølgende lagring i undergrunden, og pyrolyse, hvor biokul lavet af fx halm pløjes ned i jorden, hvor det kan holde på kulstoffet i mange hundrede år. Fælles for disse tre løsninger er, at de lagrer kulstof fra biomasse.

En helt fjerde metode til negative udledninger, der ikke kræver biomasse, er såkaldt Direct Air Capture (DAC). Her trækkes CO₂ ud af luften, så CO₂'en efterfølgende kan lagres i undergrunden. DAC kan blive en vigtig del af vejen til nettonuludledning, hvis teknologien bliver til at betale, og hvis den kan skaleres til den nødvendige størrelse. Teknologien er dog endnu kun på forsøgsstadiet, og den vil med dagens viden kræve meget store mængder af vedvarende energi. Vi kan endnu kun gisne om fremtidens teknologiudvikling, men det er efter Klimarådets vurdering for tidligt at planlægge efter en fremtid, hvor en usikker teknologi som DAC skal spille en meget væsentlig rolle. Det betyder, at adgangen til biomasse er essentiel for, at vi kan opnå negative udledninger.

Knaphed på kulstof kan blive en afgørende udfordring

Biomasse er en begrænset ressource på verdensplan. Det skyldes blandt andet, at areal er en begrænset ressource. Jordens areal skal bruges til mange formål, og derfor er der grænser for, hvor store arealer der kan beplantes med henblik på høst af biomasse til energi- og lagringsformål. Desuden er biodiversiteten under gevaldigt pres overalt på kloden, så det er ikke uden konsekvenser at omlægge areal til energiafgrøder eller industriel skovdrift. Endelig vil biomassen i stigende omfang skulle levere kulstof til grønne brændstoffer til blandt andet fly, i hvert fald i en lang overgangsperiode. Der bliver altså skærpet konkurrence om biomasse og tilgængeligt kulstof.

Mangel på kulstof fra biomasse tegner til at blive en stor udfordring for at nå det langsigtede nettonulmål. I dag er det danske forbrug af biomasse pr. indbygger langt højere end det gennemsnitlige forbrug på kloden, og det er også højere, end hvad der efter Klimarådets vurdering vil være bæredygtigt på globalt plan på lang sigt. Samtidig importeres store dele af den danske biomasse fra udlandet, hvor klimaaftrykket er sværere at kontrollere fra dansk side. Danmark kan ikke både lagre store mængder CO₂ fra biomasse, bruge store mængder kulstof fra biomasse til grønne brændstoffer og samtidig nedbringe forbruget af biomasse til et globalt bæredygtigt niveau.

Biomasse giver negative udledninger, når kulstoffet lagres, fordi afbrænding af biomasse regnes som CO₂-neutralt. Det er dog langt fra altid en retvisende antagelse. Fx importeres store dele af den biomasse, der anvendes i Danmark, fra lande, hvor det er tvivlsomt, om hugst af træer kommer korrekt til udtryk i landenes klimaregnskaber, eller om landene har tilstrækkelige og bindende klimamål. Hvis biomassen reelt ikke er CO₂-neutral, eller kun neutral i et meget langt tidsperspektiv, vil effekten på atmosfæren af fangst og lagring af CO₂ fra biomasse blive reduceret. Det forstærker yderligere behovet for biomasse, fordi der så er behov for at lagre endnu mere CO₂.

Restudledningerne skal ned

Selvom meget stadig kan ske inden 2050, er der grænser for, hvor store negative udledninger det vil være muligt at håndtere i 2050. Mange af de nødvendige teknologier er endnu umodne, og den påkrævede biomasse er knap. Danmark og resten af verden kommer næppe uden om, at negative udledninger skal spille en væsentlig rolle i at stabilisere og efterfølgende reducere koncentrationen af CO₂ i atmosfæren. Der er altså behov for at udvikle metoder og teknologier til at lagre kulstof. Men det vil næppe være klogt at satse ensidigt på CO₂-lagring som løsningen på at nå nettonuludledning.

En robust vej mod nettonul senest i 2050 bør derfor være at reducere de tilbageværende restudledninger i betydelig grad. Energieffektivisering, adfærdssændringer og nye teknologier skal alle i spil. På den måde mindskes vores afhængighed af negative udledninger, og udfordringen med at skaffe nok kulstof til lagring bliver mindre. Landbruget vil med al sandsynlighed stå for hovedparten af restudledningerne i 2050. Derfor er opgaven allerede

nu at arbejde mod et langt mere klimavenligt fødevarer-system, end vi har i dag, så behovet for negative udledninger mindskes. Det kræver forskning i nye produktionsmetoder, tiltag og instrumenter i kombination med implementering af ny regulering, så branchen tilskyndes til grøn omstilling. Der vil også være behov for kostændringer i befolkningen, så vi sænker forbruget af de mest klimabelastende fødevarer.

Restudledningerne bør søges reduceret på en måde, der minimerer behovet for det knappe kulstof. Det taler for at erstatte fossile brændsler med direkte elektrificering, hvor det er teknisk muligt, eller med grønne brændstoffer, som ikke indeholder kulstof, fx brint eller ammoniak.

Danmark bør tage et bredere ansvar, end klimaloven kræver

De danske klimamål er territorielt baserede, som det også er tilfældet i verdens andre lande. Det betyder, at kun drivhusgasudledninger fra dansk territorium tælles med, og derfor indgår udledninger fra udenrigsskibs- og luftfart, der udgår fra danske havne og lufthavne, heller ikke i de danske mål. Men nogen er nødt til at tage ansvar for disse sektorer, hvis verden skal have kontrol med alle relevante udledninger. Formelt set ligger dette ansvar hos FN's organisationer for luft- og skibsfart, men disse organisationer har i realiteten ikke mulighed for at stille klimakrav til aktørerne i de to sektorer.

Hvis Danmark reelt vil opnå nettonuludledning, bør vi også tage højde for de skibe og fly, der transporterer varer og passagerer til og fra Danmark. Hvis den danske andel af udledningerne fra disse sektorer tælles med, som det fx sker i Storbritannien, øges behovet for kulstof til enten brændstoffer eller negative udledninger. Efterspørgslen på brændstoffer kan blive stor fra udenrigsskibs- og luftfarten, og særligt i luftfarten ser det lige nu ikke ud til, at kulstofholdige drivmidler kan undværes. Derfor er det essentielt, at denne efterspørgsel indregnes i planlægning og strategier frem mod 2050. Endelig bør klimapåvirkningen fra flyenes kondensstriber også medregnes, når Danmarks samlede klimabelastning gøres op.

→ Læs mere om nettonulmålet i 2050 i kapitel 3.

1.3 Den europæiske klimapolitik

EU sætter rammerne for dansk klimapolitik

Dansk klimapolitik rækker ud over Danmarks grænser. Danmark kan have en positiv virkning på omverdenen som foregangsland, men virkningen kan også være negativ, hvis dansk klimapolitik skubber udledninger til udlandet eller øger Danmarks klimaftryk i andre lande. Ligeledes påvirkes Danmark af den øvrige verden. Særligt EU har stor betydning for rammer og muligheder i dansk klimapolitik.

EU har opjusteret de fælleseuropæiske klimamål. Nu skal EU som helhed reducere udledningerne med 55 pct. i 2030 sammenlignet med 1990. Det tidligere mål lød på 40 pct. Samtidig er medlemslandene blevet enige om et mål om nettonuludledninger i 2050 for unionen som helhed. EU-Kommissionen offentliggjorde i juli 2021 sit forslag til en klima- og energipakke, den såkaldte *Fit for 55*-pakke. Den rummer en lang række lovjusteringer og nye love, der skal hjælpe EU til at nå de nye mål. Blandt andet indeholder pakken forslag til nye og skærpede forpligtelser på klimaområdet for medlemslandene.

Selvom *Fit for 55*-pakken endnu kun er et udspil, er det relevant at se nærmere på pakken og konsekvenserne for Danmark. Det skyldes, at Danmark fortsat har mulighed for at påvirke det endelige indhold af pakken, men også fordi Danmark dermed så tidligt som muligt kan indrette den nationale klimapolitik efter de forventede nye og skærpede rammer. En diskussion af den mest hensigtsmæssige danske klimapolitik må nødvendigvis indregne de betingelser, som den fælleseuropæiske klimapolitik stiller. I regi af det gamle 40-procentsmål ser stort set alle nuværende danske EU-forpligtelser i 2030 ud til at blive eller kunne blive opfyldt uden særskilt indsats, hvis vi opfylder vore egne, nationale klimamål. Men sådan vil det ikke nødvendigvis være med de kommende skærpede forpligtelser. Omvendt vil de nye EU-regler og skærpede krav til alle medlemslande give Danmark bedre muligheder for at føre en ambitiøs klimapolitik, uden at danske udledninger i stor stil rykker til andre lande.

Særlig dansk indsats uden for kvotesektoren kan være nødvendig

Allerede i dag stiller den fælleseuropæiske klimapolitik krav til medlemslandene om fastsatte reduktioner frem mod 2030 i den del af økonomien, der ligger uden for den traditionelle kvotesektor, altså ikke-kvotesektoren. Det drejer sig hovedsageligt om transport, landbrug, boligopvarmning og småindustri. Desuden er der forslag om

skærpede regler for udledningerne fra skove og arealer, den såkaldte LULUCF-sektor. De to forpligtelser hænger sammen, da overopfyldelse af den ene forpligtelse til en vis grad kan bruges til at dække underopfyldelse i den anden.

Hidtil har Danmark ikke behovet at bekymre sig synderligt om forpligtelserne i ikke-kvotesektoren og LULUCF-sektoren. Med EU-Kommissionens nye forslag kan Danmark dog forvente at stå over for betydeligt skærpede forpligtelser, og så er det ikke længere givet, at vi kan komme i hus ved blot at fokusere på vores egne nationale mål. Flere af de veje til 70 pct., som regeringen peger på, opfylder ikke vores forventede og skærpede EU-forpligtelser. Dermed kan Danmark være tvunget til at indrette klimapolitikken frem mod 2030 med særligt fokus på bestemte sektorer som landbrug, transport og arealanvendelse. Allerede nu kan regeringen med fordel tage højde for de forventeligt skærpede EU-forpligtelser, selvom de endelige forpligtelser endnu ikke foreligger, og selvom især opgørelse og fremskrivning af LULUCF-sektorens udledninger er meget usikre. Der bør generelt fokuseres på at nedbringe usikkerheden i LULUCF-opgørelser og -fremskrivninger.

En tidlig indsats i ikke-kvotesektoren og LULUCF-sektoren øger sandsynligheden for, at Danmark opfylder de foreslåede forpligtelser. Forpligtelserne dækker nemlig de samlede udledninger i hele perioden frem mod 2030 og ikke kun udledningerne i året 2030. Hvis det danske 2030-mål bliver opfyldt på en måde, hvor reduktionerne kommer sent, vanskeliggøres derfor en samtidig opfyldelse af EU-forpligtelserne for ikke-kvotesektoren og LULUCF-sektoren.

Perspektiverne i en national dansk drivhusgasafgift påvirkes positivt af skærpet EU-politik

En vigtig diskussion i dansk klimapolitik handler om muligheden for at indføre en generel afgift på udledning af drivhusgasser. En bekymring er, at det kan føre til udflytning af produktion og udledninger til udlandet, hvis prisen pr. ton udledt CO₂e i Danmark er markant højere end i andre europæiske lande. Strammere europæisk klimapolitik på især tre områder mindsker denne bekymring.

For det første spiller det europæiske CO₂-kvotesystem en væsentlig rolle. Prisen på kvoter er steget betydeligt de seneste år, og med strammere EU-klimamål må den forventes at stige yderligere fremover. Højere kvotepriser vil mindske forskellen mellem den nødvendige danske pris på CO₂e for at indfri 70-procentsmålsætningen og kvoteprisen. Dermed vil belastningen af danske virksomheders konkurrenceevne være mindre.

For det andet forventes alle EU-lande at få skærpede reduktionsforpligtelser i sektorerne uden for kvotesektoren. Det drejer sig især om udledningerne fra landbrug, transport og bygninger. Skærpede forpligtelser gør det sværere for dansk produktion med tilhørende udledninger at rykke til andre lande i EU. Og skulle det ske, vil disse lande skulle reducere udledningerne andetsteds for stadig at holde sig inden for deres forpligtelser.

For det tredje har EU-Kommissionen foreslået, at bestemte produkter, der importeres til EU, skal betale en CO₂-told. Tolden skal betales, hvis eksportlandet ikke har en klimabeskatning, der svarer til EU's. Også dette forslag forbedrer mulighederne for en høj dansk afgift, da det beskytter danske virksomheder på det europæiske marked mod konkurrence fra lande uden for EU. Samlet set gør *Fit for 55*-pakken det dermed lettere for Danmark at nå egne klimamål ved hjælp af en national drivhusgasafgift.

EU vil stramme reguleringen af luft- og skibsfart

Udledningerne fra international luft- og skibsfart reguleres kun i begrænset omfang i EU i dag, men nu foreslår EU-Kommissionen strammere regler. Der lægges op til mindsteafgifter på brændstof på samme måde som for landtransport og til krav om iblanding af CO₂-neutrale brændstoffer eller lignende reduktion af klimaaftrykket. Endelig skal skibsfarten også omfattes af EU's kvotesystem, som det allerede er tilfældet for luftfarten ved flyvninger inden for EU. De nye regler vil øge efterspørgslen efter grønne brændstoffer, fx elektrobrændsler produceret med elektricitet som primær energi gennem power-to-X.

Udledningerne fra international luft- og skibsfart optræder ikke i de danske drivhusgasregnskaber. Alligevel har Danmark et ansvar for at tage højde for omstillingen af disse sektorer i vores planlægning af klimaindsatsen. Danmark vil dog fremadrettet have begrænset manøvrerum for at stille klimakrav til luft- og skibsfarten på grund af internationale aftaler på området, EU-regulering og risiko for, at især skibsfarten vælger danske havne fra. EU-Kommissionen foreslår eksempelvis et ensartet iblandingskrav for luftfarten for alle EU-lande, og på den måde

fratages Danmark et instrument, hvis vi måtte ønske yderligere iblanding af grønne brændstoffer. Af tilbageværende virkemidler vil en dansk passagerafgift på flybilletter, som vores nabolande allerede har, være en god mulighed for at reducere efterspørgslen. Dermed vil prisen på flyrejser komme tættere på den reelle omkostning for planeten. Sådan et tiltag begrænser flytrafikken, men det hjælper ikke til at få flyene over på klimavenlige drivmidler. Derfor er det væsentligt, at passagerafgifter kombineres med andre tiltag som fx iblandingskrav, CO₂-kvoter og energiafgifter, der alle er en del af EU's nuværende eller foreslåede regulering.

Landbruget går fri af EU's klimaregulering

Der er i dag ikke nogen fælles, selvstændig klimaregulering af landbruget i EU. Landbrugs- og LULUCF-sektorerne er omfattet af de nationale forpligtelser, der gælder for de samlede udledninger i landenes ikke-kvotesektorer. Men det er op til landene selv, i hvor høj grad landbruget skal bidrage til at opfylde forpligtelserne, og hvilke politiske redskaber der skal bringes i anvendelse. *Fit for 55*-pakken fastholder, at landbruget frem til 2030 alene reguleres via nationale forpligtelser for ikke-kvotesektoren.

Landbruget fylder meget i det danske drivhusgasregnskab, og derfor er fraværet af fælles EU-regulering vigtig at notere sig. Det betyder nemlig, at Danmark særligt for landbruget selv må foranledige, at udledningerne reduceres. Historisk set har det vist sig vanskeligt at indføre skrappe nationale miljøkrav i landbruget på grund af frygt for tab af konkurrenceevne. Derfor vil fælles EU-regulering kunne skabe samme vilkår for alle medlemslande og en større efterspørgsel på europæisk niveau efter nye reduktionsteknologier, som vil tilskynde til teknologiudvikling.

→ Læs mere om EU's klimapolitik og betydningen for Danmark i kapitel 4.

1.4 Status for de kortsigtede danske klimamål

Klimarådet har til opgave at vurdere udsigterne til at opfylde målene i 2030 og 2025

Klimaloven pålægger Klimarådet at vurdere, om regeringens klimaindsats anskueliggør, at det danske 2030-mål nås. Målet lyder, at Danmark i 2030 skal have reduceret drivhusgasudledningerne med 70 pct. sammenlignet med 1990. Vurderingen af udsigterne til målopfyldelse skal ikke ses som en karakterbedømmelse af regeringens klimaindsats i det foregående år. Det er snarere en vurdering af, om der er udsigt til at nå Danmarks klimamål i overensstemmelse med klimalovens formuleringer ud fra regeringens vedtagne, foreslåede og strategiomfattede politiske virkemidler. På baggrund af Klimarådets vurdering og Energistyrelsens årlige klimafremskrivning, der offentliggøres i april, skal regeringen gøre status for klimamålene og fremlægge sine planer for klimaindsatsen i det årlige klimaprogram i september og senere i klimaredegørelsen til Folketinget i december. I klimaprogrammet skal klima-, energi- og forsyningsministeren give sin vurdering af, om det kan anskueliggøres, at 2030-målet nås. Kan dette ikke anskueliggøres i klimaprogrammet, skal programmet udbygges med nye initiativer, som viser vejen mod opfyldelse af målet. Det er i sidste ende op til Folketinget at vurdere, om den såkaldte handlepligt skal træde i kraft.

Klimalovens mål om 50-54 pct. reduktion i 2025 har en anden status i loven end 2030-målet. Klima-, energi- og forsyningsministeren er ikke underlagt den samme form for handlepligt i regi af klimaloven, hvis det ser ud til, at målet i 2025 ikke nås. Klimarådet skal heller ikke direkte vurdere, hvorvidt 2025-målet er anskueliggjort. Rådet skal derimod give en status for opfyldelse af målet. Det er dog hensigtsmæssigt at behandle de to mål ud fra samme analytiske metode, hvilket Klimarådet derfor gør i denne rapport.

Klimarådet ser store fremskridt i arbejdet mod 70-procentsmålet i 2030

Der er siden klimalovens vedtagelse i 2020 sket en betydelig fremdrift mod opfyldelse af 70-procentsmålet i 2030. Bare siden Klimarådets *Statusrapport 2021* har Folketinget vedtaget konkrete reduktionstiltag i finanslovsaftalen for 2022 og i en landbrugsaftale. Med landbrugsaftalen har Danmark nu national klimapolitik på alle væsentlige udledningsområder. Samlet set er der i de første to år, siden aftalen om 70-procentsmålet blev indgået, vedtaget virkemidler til reduktion af omkring halvdelen af de cirka 20 mio. ton, som var reduktionsbehovet i 2020. Derudover har regeringen konkretiseret klimaindsatsen ved at opprioritere analysearbejdet og fremlægge væsentligt større tekniske reduktionspotentialer end sidste år. Endelig er der fra politisk side iværksat en række væsentlige understøttende indsatser som fx regeringens udspil til tilskud til dansk brintproduktion og et betydeligt statsligt bidrag til grøn forskning og udvikling.

Regeringen har i 2021 særligt forbedret planlægningen af klimaindsatsen frem mod 2030. Med *Klimaprogram 2021* fremlagde regeringen en køreplan for denne indsats. Af køreplanen fremgår det, at indgåede aftaler skal genbesøges, og at det er regeringens ambition, at alle de nødvendige beslutninger for at nå de 70 pct. i 2030 er truffet senest i 2025. Det giver mulighed for løbende at gøre klimapolitikken mere konkret og for at udnytte nye muligheder på baggrund af teknologiske fremskridt. Regeringen har i klimaprogrammet anvendt væsentlige dele af det begrebsapparat, der indgår i Klimarådets vurderingsmetode. Klimarådet ser det som positivt, at der herved udvikles et fælles sprog for fremdriften i klimaindsatsen, der kan understøtte dialogen omkring vurderingerne.

Anskueliggørelse af 2030-målet kræver konkret klimapolitik med begrænset risiko

Klimarådets overordnede vurdering af fremdrift i klimaindsatsen betyder ikke nødvendigvis, at den samlede klimaindsats anskueliggør, at 2030-målet nås. Vurderingen af anskueliggørelse følger en systematisk og transparent tilgang. Den tager sit udgangspunkt i Energistyrelsens seneste klimafremskrivning fra april 2021. Her estimeres udledningerne i 2030 på basis af den hidtil vedtagne politik, og fremskrivningen sætter dermed tal på det forventede reduktionsbehov, som skal opfyldes gennem vedtagelse af yderligere virkemidler, hvis 70-procentsmålet skal nås. Klimaindsatsen består af initiativer beskrevet i regeringens klimaprogram fra september, klimaredegørelsen fra december og de politiske klimaaftaler, der er indgået siden Klimarådets forrige statusrapport.

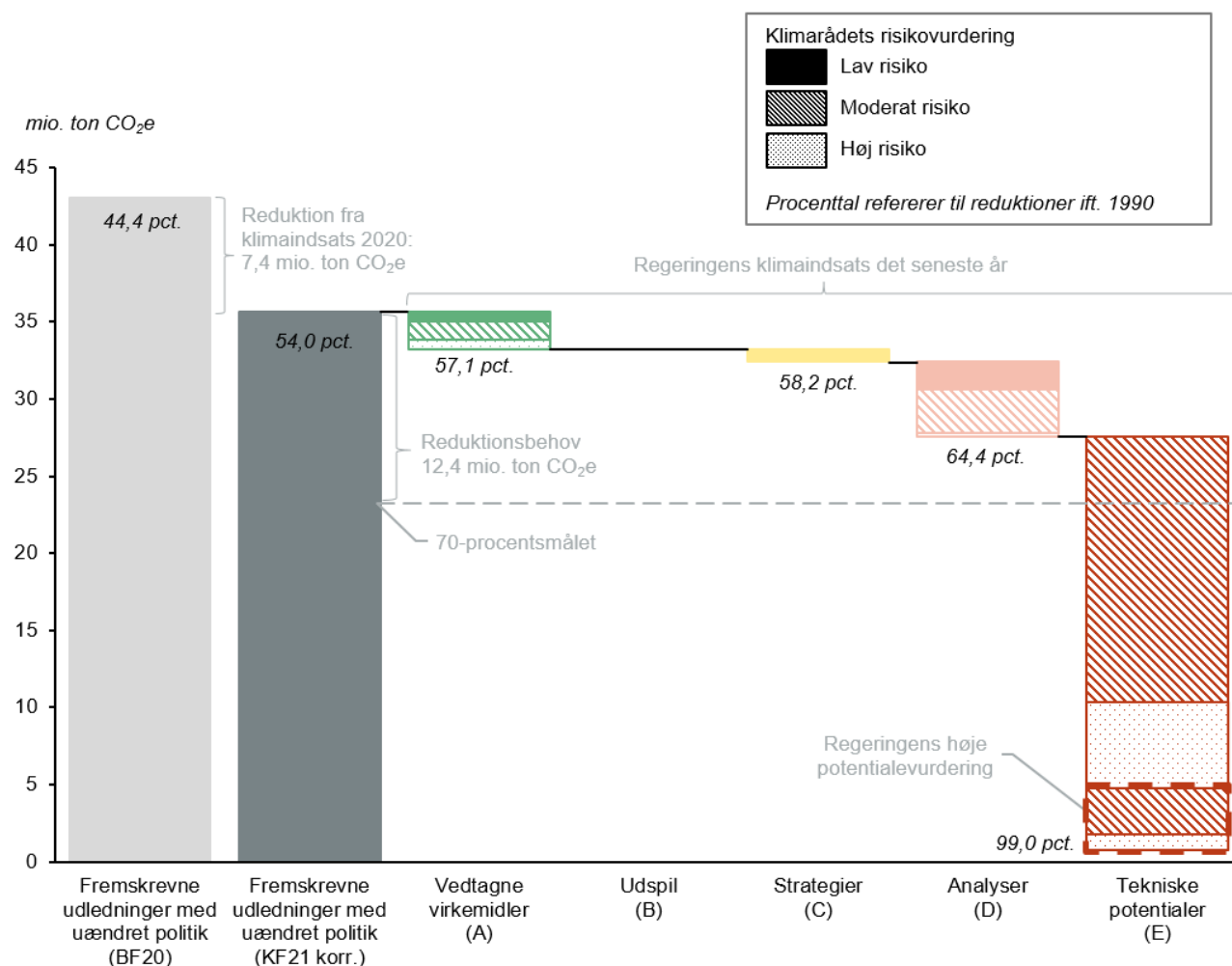
Der findes ikke en entydig målestok til at afgøre, om regeringens klimaindsats anskueliggør, at klimamålene nås, og som dermed kan give et indiskutabelt svar på klimalovens spørgsmål. Af den grund er Klimarådets stillingtagen en helhedsvurdering baseret på en systematisk gennemgang og analyse af klimaindsatsen. Klimarådet har udviklet et metodisk grundlag til at analysere klimaindsatsen, sådan at helhedsvurderingen fremstår så transparent og objektiv som muligt, og så indsatsen kan sammenlignes fra år til år. Metoden er baseret på en række parametre.

En væsentlig parameter i metoden er klimaindsatsens grad af konkretisering. Hvert enkelt initiativ bedømmes på, hvor konkret reduktionspotentialitet er vurderet på en skala fra A til E. A betyder, at Folketinget har vedtaget det konkrete virkemiddel, B bruges, når regeringen har fremlagt et udspil, der endnu ikke er vedtaget, C angiver en officiel regeringsstrategi for at realisere et reduktionspotentiale, D betegner analyser af virkemidler, der ofte går forud for en egentlig strategi, men hvor regeringen ikke har taget stilling til, om og hvordan den vil indfri det analyserede potentiale, mens E angiver, at regeringen har peget på et teknisk reduktionspotentiale uden at indikere, hvordan det er økonomisk og praktisk muligt at indfri potentialet.

En anden væsentlig parameter er risiko. Hermed menes, hvor sandsynligt det er i henhold til Klimarådets vurdering, at den angivne reduktion kan realiseres senest i 2030. Der kan fx være tale om høj risiko, hvis reduktionen er baseret på endnu umodne teknologier, eller hvis det er usikkert, om incitamenterne i et initiativ er stærke nok.

Reduktionsbehovet i 2030 er på 10 mio. ton CO₂e

Klimarådets kortlægning af regeringens klimaindsats frem mod 2030 er opsummeret i figur 1.1. Basisfremskrivningen fra juni 2020 estimerede, at Danmark uden ny politik vil udlede cirka 43 mio. ton CO₂e i 2030. Det efterlod et reduktionsbehov på cirka 20 mio. ton for at nå 70-procentmålet. Efterfølgende er dette reduktionsbehov med klimafremskrivningen fra april 2021 reduceret med lidt over 7 mio. ton, svarende til en udledning på knap 36 mio. ton. Heri indgår en mindre korrektion af fremskrivningen, som Klimarådet har foretaget. Det efterlod et reduktionsbehov på cirka 12 mio. ton CO₂e for at nå målet i 2030. Med dette udgangspunkt illustrerer figur 1.1 de forventede reduktionseffekter af de klimapolitiske aftaler samt øvrige initiativer i regeringens klimaprogram. Reduktionerne er i figuren illustreret med nedadgående, farvede søjler grupperet efter konkretisering og risiko. Klimarådet har taget udgangspunkt i regeringens egne skøn for reduktionseffekter og tekniske reduktionspotentialer, men rådet har justeret dem i de tilfælde, hvor potentialerne i regeringens klimaprogram overlapper hinanden. Figuren angiver også, hvor regeringen opererer med både en høj og en lav vurdering for tekniske reduktionspotentialer. I de tilfælde er det ekstra potentiale i den høje vurdering markeret særskilt med en stiplede boks.



Figur 1.1 Vurdering af regeringens initiativer i forhold til reduktionseffekt, konkretiseringsstadiet og risiko i 2030

Kilde: Klimarådet.

Der er det seneste år vedtaget aftaler med en reduktionseffekt på i alt 2,4 mio. ton CO₂e i 2030. Det er vist med niveau A i figur 1.1. Heraf bidrager landbrugsaftalen med 1,9 mio. ton CO₂e, mens den resterende reduktion primært kommer fra finanslovens pulje til negative udledninger. Dermed mindskes reduktionsbehovet fra 12 til 10 mio. ton CO₂e. Ud af de 2,4 mio. ton vurderer Klimarådet, at 1,8 mio. ton er behæftet med moderat til høj risiko.

Regeringens strategier mangler afgørende elementer

Klimarådets metode specificerer, hvornår reduktionseffekter i et initiativ fra regeringen kan kategoriseres på strateginiveau, C. Ifølge metoden identificerer en strategi et reduktionspotentiale med relevans for de danske klimamål, som regeringen tager ejerskab for og melder ud, at den arbejder for at realisere. Endvidere skal regeringen annoncere typen af planlagte virkemidler og deres forventede reduktionseffekt, tidsangivelser og ansvarsfordeling på aktørgrupper, samt hvordan regeringen forventer at håndtere de væsentligste barrierer og risici. Dermed vil en reduktionseffekt ikke nødvendigvis blive placeret på niveau C, selvom det er en del af et initiativ, som regeringen kalder en strategi.

Regeringen har i 2021 fremlagt strategier på en række områder. Det gælder blandt andet power-to-X og CO₂-fangst og -lagring (CCS). Førstnævnte strategi fokuserer på fremme af produktion af grønne brændstoffer, men den forholder sig ikke meget til, hvordan det sikres, at brugen af disse brændstoffer tilskyndes til at blive anvendt i indenlandsk transport og industri. Det efterlader den realistiske mulighed, at brændstofferne sælges i udlandet. Det er først, når det sikres, at de grønne brændstoffer fortrænger fossile brændstoffer i Danmark, at det bidrager til klimamålene, og dette skridt udfolder strategien ikke. I Klimarådets opsummering af klimaindsatsen placeres de

reduktionseffekter fra power-to-X, som regeringens strategi nævner, derfor kun på stadiet for tekniske reduktionspotentialer, E. Sidstnævnte strategi om CCS handler primært om udmøntning af midler til allerede indregnede effekter samt effekter tilskrevet finanslovsaftalen for 2022. Derudover præsenterer strategien nye understøttende tiltag for at få fanget og lagret CO₂ i Danmark. Hverken klimaprogrammet eller regeringens efterfølgende strategier konkretiserer disse reduktionseffekter ud over niveau E, om end de indeholder væsentlige, understøttende elementer.

Med både klimaprogram og strategier identificerer regeringen tekniske reduktionspotentialer, der langt overstiger, hvad der er nødvendigt for at nå til 70 pct. Det indikerer, at 70-procentsmålet teknisk set er inden for rækkevidde. Men der er dog ikke set på økonomi, tilgængelige arealer og andre mulige begrænsninger. De tekniske reduktionspotentialer inden for særligt power-to-X, CCS og landbruget kommer fra helt nye teknologier. Det giver risiko for, at der opstår tekniske, praktiske eller administrative komplikationer, der gør det vanskeligt at få potentialerne bragt i spil blandt aktørerne i de relevante sektorer tids nok til, at reduktionerne realiseres i 2030.

Regeringens klimaindsats anskueliggør endnu ikke, at 2030-målet nås

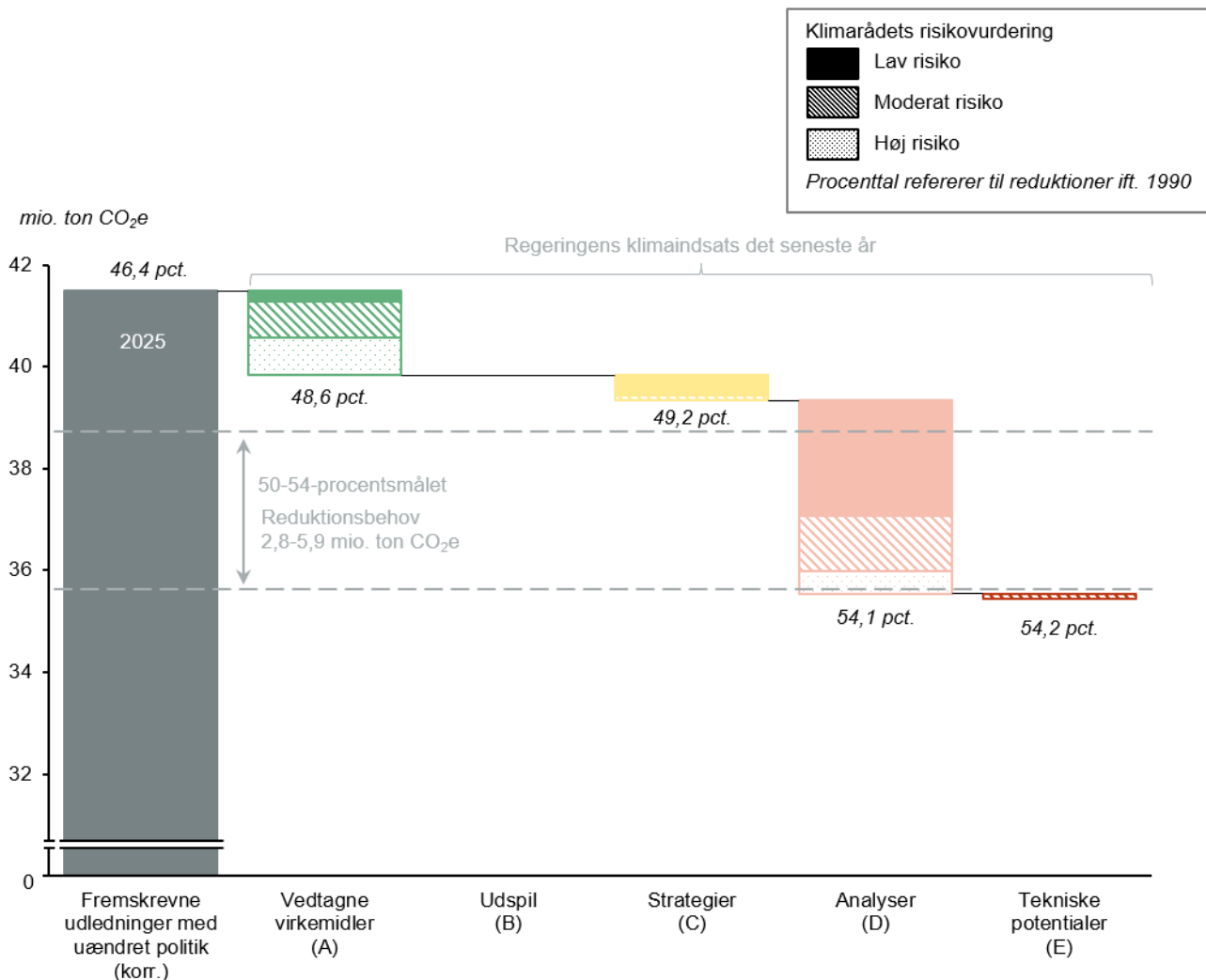
På trods af betydelig fremdrift i klimapolitikken finder Klimarådet, at regeringens samlede klimaindsats endnu ikke anskueliggør, at 2030-målet nås. Denne helhedsvurdering beror især på, at der med det forgangne års klimaaftaler stadig udestår et reduktionsbehov på 10 mio. ton CO₂e i 2030, hvor regeringen ikke har fremlagt strategier eller udspil til virkemidler, der kan sikre, at reduktionsbehovet håndteres. Endvidere er en stor del af reduktionseffekterne fra de seneste aftaler behæftet med moderat til høj risiko for, at ikke alle reduktioner indfries. Med kun otte år til 2030 mangler regeringen således endnu at fremlægge en tydelig vej til at nå de resterende 10 mio. ton for at nå 70 procents reduktion. At regeringen allerede er kommet langt, er ikke ensbetydende med, at det er anskueliggjort, hvordan de resterende reduktioner skal findes.

Selvom klimaindsatsen endnu ikke anskueliggør, at 2030-målet nås, står regeringen i år på et markant bedre analysegrundlag end sidste år. Der er samtidig vedtaget virkemidler, som bringer Danmark tættere på målet. Klimarådet anerkender, at regeringen har mindsket mange af de udeståender, som Klimarådet påpegede i rådets statusrapport fra 2021. Fx har regeringen fået vedtaget nye virkemidler og fremlagt en politisk køreplan for, hvornår den forventer at tage fat i de relevante sektorer på klimaområdet. Anskueliggørelse kræver vedtagelse af yderligere klimapolitiske virkemidler med betydelig effekt, fx en CO₂-afgiftsreform, samt udspil og strategier til at håndtere reduktionspotentialerne, så regeringen dermed viser vejen til 2030-målet. Hvis regeringens køreplan implementeres med konkrete initiativer, der i væsentlig grad dækker det resterende reduktionsbehov med vedtagne virkemidler, udspil eller strategier baseret på tiltag, som har overvejende lav eller moderat risiko, er der udsigt til, at indsatsen vil anskueliggøre 70-procentsmålet.

Der mangler lidt for at nå den nedre grænse på 50 pct. i 2025-målet

Klimamålet for 2025 på 50 til 54 pct. blev indskrevet i klimaloven i december 2021. Reduktionsbehovet kan estimeres til 2,8 og 5,9 mio. ton CO₂e for at opfylde henholdsvis den nedre og øvre grænse i målet. Disse tal er baseret på den seneste klimafremskrivning, som Klimarådet efterfølgende har justeret for at tage højde for større metanudslip fra biogasanlæg, end der er lagt til grund i fremskrivningen. Reduktionsbehovet falder til mellem 1,1 og 4,2 mio. ton, når man også medregner det forgangne års vedtagne aftaler fra landbrugsaftalen og finansloven. Det er illustreret i figur 1.2, hvor regeringens klimaindsats er kortlagt efter Klimarådets metode.

Der er en vis usikkerhed om, hvor stort reduktionsbehovet til at nå klimamålet for 2025 er med den nuværende indsats. Siden seneste klimafremskrivning fra april 2021 er forventningen til kvoteprisens udvikling opjusteret markant, og samtidig er der udkommet en helt ny og mere optimistisk fremskrivning af CO₂-optaget i danske skove bestilt af Energistyrelsen. Disse elementer trækker i retning af et mindre reduktionsbehov, men der kan også vise sig elementer, der omvendt øger reduktionsbehovet. Når disse nye elementer medregnes i den kommende klimafremskrivning for 2022, vil reduktionsbehovet derfor kunne ændre sig.



Figur 1.2 Vurdering af regeringens initiativer i forhold til reduktionseffekt, konkretiseringsstadiet og risiko i 2025

Kilde: Klimarådet.

→ Læs mere om Klimarådets vurdering af udsigten til at opfylde målene i 2025 og 2030 i kapitel 5.

1.5 Anbefalinger til den fremadrettede klimaindsats

Rapporten retter fokus mod fire aktuelle og centrale politikområder

Klimapolitikken skal løbende udvikles. Denne rapport viser, at der er behov for yderligere klimapolitiske virkemidler for at opfylde klimamålene i 2025 og 2030, for at begynde rejsen mod netto nuludledning senest i 2050 og for at leve op til de danske EU-forpligtelser.

Klimarådet skal ifølge klimaloven give anbefalinger til klimapolitikken. Det gør rådet både i de årlige statusrapporter og i analyser i årets løb. Denne rapport slår ned på fire områder, der er centrale for klimaindsatsen, og som også er aktuelle i dagens klimadebat. De fire centrale nedslagspunkter skal ses i sammenhæng med tidligere anbefalinger fra Klimarådet. Rapporten analyserer og diskuterer en generel afgift på drivhusgasser, omstilling af fødevarer systemet, produktion af grøn strøm samt power-to-X. Lykkes Danmark med at implementere en ambitiøs klimapolitik på de fire områder, har vi taget afgørende skridt mod at opfylde vores klimamål i 2030. Her vil en afgørende faktor være ambitionsniveauet i en kommende afgiftsreform. Samtidig vil vi med en ambitiøs politik på de fire områder have sat en fornuftig kurs mod målet i 2050, ligesom vi på disse områder har mulighed for at påvirke udledningerne uden for Danmarks grænser. På hvert politikområde bidrager Klimarådets anbefalinger med retning og konkrete tiltag, om end der fortsat udestår et arbejde med at udmønte anbefalingerne, før de kan implementeres i praksis. Anbefalingerne opsummeres i boksen sidst i dette kapitel.

I modsætning til 2030-målet er 2025-målet lige oppe over. En kommende afgiftsreform kan, hvis den gennemføres tids nok, bidrage til at finde de reduktioner, der mangler for at nå 2025-målet. Der kan dog blive behov for yderligere og mere specifikke tiltag. Klimarådet har tidligere peget på fremrykket kuludfasning på Nordjyllandsværket og øget udtagning af lavbundsjorder som supplement til afgiftsinstrumentet for at nå 2025-målet.¹

En generel drivhusgasafgift skal være flagskibet i klimapolitikken

Klimarådet har ved flere lejligheder anbefalet en generel afgift på drivhusgasudledninger. Et flertal i Folketinget blev i 2020 enige om en ambition om at indføre en generel drivhusgasafgift, men den nærmere udformning af afgiften udestår. En generel afgift på drivhusgasudledninger er det mest omkostningseffektive middel til at nå Danmarks klimamål. Det skyldes, at en afgift vil give en ensartet tilskyndelse til at reducere udledningerne på tværs af virksomheder og sektorer. Dermed vil afgiften hjælpe til, at samfundet som helhed tager de billigste reduktioner i brug. Hvis man afviger fra den ensartede afgift, gør man regningen for at nå klimamålene større, og det samfundsøkonomiske grundlag for at tilgodese mange andre hensyn vil som udgangspunkt blive ringere.

Regeringen bør snarest annoncere et sigtepunkt for afgiften i 2030, der kan fungere som fælles pejlemærke på tværs af alle sektorer. Det skaber klarhed for virksomheder og borgere. Men en ensartet afgift behøver ikke indføres på samme tid i alle dele af samfundet. I visse sektorer er praktisk implementering mere udfordrende end andre, og afgiften kan med fordel indføres i parallelle spor uafhængigt af hinanden. Udfordringer i ét spor bør ikke forsinke indførelsen i andre, og afgiftsstigningerne kan indføres i forskellige tempi på tværs af sporene.

Det er ikke enkelt at svare på, hvor høj drivhusgasafgiften skal være i 2030. Det afhænger af, om afgiften skal klare hele eller kun dele af vejen til 70 pct. Hvis der ud fra politiske hensyn er et ønske om, at tilskyndelsen til reduktioner skal gives som en kombination af afgift og tilskud, behøver afgiften ikke være så høj. Det afhænger også af forventningerne til de sidste og afgørende reduktionsteknologier. Meget tyder på, at endnu umodne teknologier som pyrolyse og CCS kommer til at spille den afgørende rolle. Men der er betydelig usikkerhed om, hvor store økonomiske incitamenter, der skal til for at drive de nødvendige investeringer i disse tiltag. Klimarådet pegede i 2020 på, at den påkrævede afgift kunne komme op i nærheden af 1.500 kr. pr. ton CO₂e i kombination med fradrag til sektorer i særlig stor international konkurrence.² Siden da er der kommet nye klimapolitiske virkemidler og opdaterede vurderinger af de nye teknologier til. Ekspertgruppen for en grøn skattereform vurderer i sin første delrapport fra februar 2022, at der skal tages tiltag i brug, der koster op mod 1.450 kr. pr. ton reduceret CO₂e, for at opfylde 70-procentmålet. På den baggrund vurderer Klimarådet, at 1.500 kr. stadig er et fornuftigt pejlemærke for, hvor kraftige incitamenter til reduktion afgiftssystemet bør give.

En dansk afgift på drivhusgasser bør tænkes sammen med det europæiske kvotesystem. Klimarådet anbefaler, at afgiftssystemet understøtter en ensartet samlet pris på CO₂e for alle udledningskilder. En sådan tilgang vil blandt andet betyde, at Danmark tager de billigste klimatiltag i anvendelse set fra et europæisk og globalt perspektiv. I de kvoteomfattede sektorer udgøres den samlede pris på CO₂e af betalingen for kvoter plus den danske afgift. Derfor skal kvoteomfattede virksomheder have et nedslag svarende til kvoteprisen i den generelle afgiftssats, som pålægges øvrige dele af økonomien, for at den samlede udgift bliver ens for alle virksomheder, hvad end de befinder sig i eller uden for kvotesektoren. Finansministeriet vurderer, at kvoteprisen vil stige til 750 kr. pr. ton i 2030, og dermed vil afgiften i kvotesektoren skulle være 750 kr., hvis det generelle afgiftsniveau ligger på 1.500 kr.

En høj afgift kan i konkurrenceudsatte erhverv betyde, at produktion og udledninger flytter til udlandet. Dermed udvandes effekten for det globale klima. Hvis man ønsker at forhindre denne såkaldte kulstoflækage, bør afgiften ledsages af supplerende regulering. Det kan fx være et aktivitetsbaseret bundfradrag, der tilskynder til at beholde produktionen i Danmark. Et alternativ er tilskud til udvalgte teknologier for på den måde at sænke den generelle afgiftssats. Ekspertgruppen for en grøn skattereform har anbefalet, at afgiftsmodellen suppleres med en tilskudspulje til CCS. En sådan ordning er lettere at administrere end et bundfradrag, men ulempen er, at den overser andre potentielle teknologier end CCS. Derfor bør det tilstræbes, at en tilskudspulje inkluderer så mange relevante teknologier som muligt. Generelt skal det understreges, at lækageregulering i form af fx bundfradrag eller tilskud fordyrer den samlede regning ved at nå klimamålene. Det har altså en pris at undgå kulstoflækage.

Der mangler klimapolitiske tiltag på landbrugs- og fødevarerområdet

Produktionen af fødevarer medfører en betydelig belastning for klimaet. Den seneste klimafremskrivning viste, at udledningerne i 2019 alene fra landbruget og dets arealanvendelse var cirka 16 mio. ton CO₂e, hvilket udgjorde cirka en tredjedel af Danmarks samlede udledninger. Efterfølgende har Folketinget vedtaget en landbrugsaftale, der med konkrete tiltag forventes at reducere udledningerne frem mod 2030 med ca. 2 mio. ton CO₂e. Men selv når disse reduktioner regnes med, forventes landbrugets andel af de danske udledninger at stige til op mod 40 pct. i 2030. Landbruget vil således stadig være den sektor i Danmark, der udleder mest i 2030. I dag er reguleringen af landbrugets udledninger beskeden. Men samtidig ligger en del af de samfundsøkonomisk set billigste reduktionspotentialer her. Det taler for et betydeligt klimapolitisk fokus på denne sektor, både hvad angår konkrete reduktionstiltag og udvikling af nye teknologiske redskaber. Det sidste kræver en forstærket forskning- og udviklingsindsats på landbrugsområdet.

Landbrugets udledninger bør omfattes af en generel drivhusgasafgift. En afgift i landbruget er dog praktisk kompliceret, da det ikke er en reel mulighed at måle udledningerne fra den enkelte ko eller gylletank direkte. Samtidig er der andre miljøhensyn, som skal tages i betragtning. Men et afgiftsgrundlag kan godt baseres på observerbare og entydigt målbare indikatorer for drivhusgasudledningen. Det skal naturligvis sikres, at de muligheder, som landmanden har for at omstille produktionen i klimavenlig retning, rent faktisk også afspejles i afgiftsgrundlaget. Administrativt er en afgift på landbruget ikke nogen enkel sag, og komplikationerne vil være større for visse udledningskilder end for andre. Derfor kan afgiften udrulles gradvist, så der startes med de dele af landbrugsproduktionen, der er lettest at lægge afgifter på. Endelig kan afgiften suppleres med supplerende regulering, hvis der er politisk ønske om at tage særlige hensyn. Det kan være for at modvirke udflytning af produktion og udledninger til andre lande eller for at kompensere for de økonomiske konsekvenser, som afgiften kan få for særligt udsatte bedrifter. Igen skal man dog være opmærksom på, at dette kan fordyre omstillingen.

Dansk regulering af landbruget bør tænkes ind i en europæisk kontekst. EU har ikke en fælles regulering af udledningerne fra landbrug og arealanvendelse, hvilket gør det sværere for de enkelte medlemslande at indføre stram regulering på området på grund af fx konkurrencehensyn. Regeringen bør arbejde for en fælles EU-regulering af disse udledninger, hvilket vil gøre det lettere for Danmark at reducere udledningerne og mindske risikoen for kulstoflækage, produktionsnedgang og tab af arbejdspladser. Herudover har EU vedtaget en reform af landbrugsstøtten, den såkaldte CAP-reform, som giver Danmark større mulighed for at bruge tilskudsmidlerne til grønne tiltag. Regeringens officielle plan for implementering af landbrugsreformen viser, at den ikke til fulde har udnyttet de muligheder for at fremme klimavenlige tiltag, der ligger i CAP-reformen. Fx kan der gøres mere for at tilskynde til vådlægning af kulstofrige lavbundsjord. Klimarådet finder det oplagt, at Danmark får mest mulig grøn omstilling i landbruget for EU's støttemidler.

Omstilling af fødevarer systemet handler foruden produktionen også om forbruget af fødevarer. Klimarådet udgav i december 2021 en analyse om klimavenlig kost og forbrugeradfærd.³ Analysen fandt et udtalt behov for at normalisere klimavenlig kost, hvis man vil skubbe på en kostændring for befolkningen. Her kan de offentlige køkkener spille en rolle som katalysator, og stat, regioner og kommuner bør derfor opstille målsætninger om at servere klimavenlige måltider. Klimarådet anbefaler, at målsætningen om klimavenlig kost i offentlige køkkener baseres på de danske kostråd, fordi kostrådene er et godt pejlemærke for klimavenlig mad frem mod 2030. Klimarådet har også peget på andre tiltag til at tilskynde til en omlægning af danskernes kost, blandt andet opbygning af en statskontrolleret klimadatabase med information om fødevarernes klimaaftrek og etablering af grundlaget for to statskontrollerede klimamærker, som er målrettet forbrugerinformation. Et mere klimavenligt forbrug af fødevarer i Danmark bidrager kun til de danske klimamål i det omfang, at det afstedkommer ændringer i den danske fødevarerproduktion, men under alle omstændigheder kan nye madvaner sænke det globale klimaaftrek af danskernes kost.

Danmark kan mangle grøn strøm

Det danske elforbrug har i en årrække været relativt stabilt, men over de kommende år skal vi bruge væsentligt mere el, end vi gør i dag. Det skyldes blandt andet, at en stigende andel af vores energiforbrug vil blive elektrificeret enten direkte via fx elbiler eller varmepumper eller indirekte via grønne brændsler fra power-to-X. Samtidig ventes stadig flere datacentre at øge det danske elforbrug. Hvis elektrificeringen skal have en klimaeffekt, er det afgørende, at der er tilstrækkelige mængder grøn strøm.

Skal Danmark være foregangsland på klimaområdet, bør vi som minimum kunne forsyne vores eget elforbrug med strøm set i gennemsnit over året. Dette bør være tilfældet, da vi i Danmark har betydelige vindressourcer. På lidt længere sigt kan det endda være relevant at sigte efter at blive nettoeksportør af strøm og eventuelt også nettoeksportør af power-to-X-produkter. Det konkrete omfang af nettoeksporten bør blandt andet tage hensyn til den potentielle samfundsøkonomiske gevinst og andre politiske målsætninger. Det er Klimarådets vurdering, at den økonomiske risiko for Danmark forbundet med at producere strøm til nettoeksport er relativ lav sammenlignet med de negative klimapåvirkninger, der er ved at mangle grøn strøm.

Klimarådets analyse viser, at der vil mangle strøm fra vedvarende energi i årene frem mod 2030, hvis Danmark skal undgå nettoimport af strøm. Det taler for at skrue op for landvind- og solprojekter, som kan etableres forholdsvis hurtigt, og i tillæg forsøge at fremrykke etableringen af planlagt havvind.

Regeringens nye power-to-X-strategi kræver store mængder strøm. Den planlagte udbygning af elproduktion kan dække power-to-X svarende til omkring 1 GW elektrolysekapacitet i 2030. Regeringen har dog sat et power-to-X-mål på 4-6 GW. Hvis denne satsning skal være grøn, skal der produceres betydeligt mere grøn strøm, end der ligger i de nuværende planer. Hvis ikke etableringen af vedvarende energi fremrykkes og forøges, vil grøn dansk elproduktion først stå mål med forbruget, når den planlagte energi i Nordsøen producerer strøm nok til at dække forbruget til power-to-X. Dette kan i en periode betyde, at power-to-X-produktion i stor skala må baseres på ekstra elproduktion fra udlandet, hvoraf en betydelig del må formodes at komme fra fossile kilder.

Power-to-X skal bruges fokuseret og med omtanke

Power-to-X er en samlebetegnelse for produktion af brændstoffer, materialer og kemikalier ud fra elektricitet. Teknologien har fået stor politisk opmærksomhed de seneste år, og fra mange sider lyder det, at power-to-X er en hjørnesten i den grønne omstilling. Meget tyder da også på, at brændstoffer produceret med power-to-X bliver et centralt redskab til at komme af med forbruget af fossile brændsler i skibe og fly. Som nævnt sigter regeringen i sin strategi for området efter at etablere 4-6 GW elektrolysekapacitet i 2030, som skal producere den brint, der leverer energiindholdet til brændstofferne.

Power-to-X er kun så grønt, som strømmen det baseres på. Hvis brændstofferne produceres med strøm, der har et stort fossilt indhold, kan CO₂-udledningerne ligefrem overstige udledningerne fra de fossile brændsler, der er blevet fortrængt. Det skyldes, at den samlede power-to-X-proces er behæftet med et betydeligt energitab. Det har to implikationer. For det første er det essentielt, at udbygning med power-to-X modsvares af ny grøn elproduktion. Ellers risikerer vi, at en hurtig power-to-X-udbygning vil øge udledningerne i de første år, fordi elektrolyseanlæg kan etableres væsentligt hurtigere end fx havvindmølleparker. For det andet bør direkte elektrificering prioriteres over power-to-X-brændsler, hvor dette er en økonomisk og praktisk mulighed. Fx har Klimarådet i en tidligere analyse vist, at der er højere energieffektivitet og større økonomiske fordele ved at lade den tunge vejgodstransport køre på batterier frem for elektrobrændsler, der hvor det kan lade sig gøre.⁴

Power-to-X-brændstoffer kan være ren brint eller brint kombineret med andre grundstoffer som kvælstof eller kulstof. Indeholder elektrobrændstoffet kulstof ligesom fossile brændstoffer, udledes CO₂, når det afbrændes. Men er der tale om kulstof fra CO₂ indfanget fra luften, er brændstoffet reelt CO₂-neutralt. Brændstoffer baseret på kulstof fra biomasse kan også være CO₂-neutrale, hvis ellers deres udledning bogføres andetsteds i klimaregnskabet. Dog peger Klimarådets analyser på, at tilgængeligt kulstof fremover kan blive en mangelvare. Der vil være behov for at lagre kulstof i skove og jorder og som CO₂ i undergrunden for at skabe negative udledninger, ligesom der er brug for kulstoffet til materialer. Det taler for, at planlægning og strategier for power-to-X i stor udstrækning bør prioritere kulstoffrie power-to-X-brændstoffer, der hvor de kan anvendes. Det gælder fx kvælstofbaseret ammoniak i skibe frem for det kulstofbaserede metanol.

→ Læs mere om Klimarådets anbefalinger til den fremadrettede klimainsats i kapitel 6.

Klimarådets anbefalinger til klimapolitiske virkemidler

Generel drivhusgasafgift

- Klimarådet anbefaler, at der indføres en generel og ensartet drivhusgasafgift. Regeringen bør snarest annoncere et sigtepunkt for afgiften i 2030, der kan fungere som fælles pejlemærke på tværs af alle sektorer. Sigtepunktets niveau bør sættes, så det sikrer en ensartet tilskyndelse til at reducere i alle sektorer, og så 70-procentsmålet nås. Selvom der er vedtaget et sektormål for landbruget, bør dette princip ikke afviges. Sigtepunktets niveau bør desuden afhænge af prisen frem mod 2030 på de teknologier og redskaber, der skal til for at nå det sidste stykke til 70 pct. For at nå 70-procentsmålet skal tilskyndelsen til klimaomstilling i afgiftssystemet formentlig være i størrelsesordenen 1.500 kr. pr. ton CO₂e.
- Klimarådet anbefaler, at der snarest vedtages konkrete afgiftsstigninger på de områder, hvor det er muligt. Dermed kan afgiften med fordel indføres i forskellige spor, der fx vedrører henholdsvis transporten, landbruget, industrien og negative udledninger. Arbejdet med at implementere afgiften i sporene kan ske parallelt og uafhængigt af hinanden, og udfordringer i ét spor bør derfor ikke forsinke implementeringen i et andet spor. Dog bør alle spor sigte mod samme fælles afgiftssats i 2030.
- Klimarådet anbefaler, at der gives et nedslag i den nationale afgift på kvoteomfattede udledninger inden for energi og industri svarende til kvoteprisen. På den måde vil den danske afgift være størst uden for kvotesektoren, og afgifts- og kvotesystemet vil tilsammen sikre en ensartet tilskyndelse til at reducere udledningerne på tværs af sektorer.
- Klimarådet anbefaler, at udsatte erhverv afhjælpes for noget af afgiftsbetalingen, hvis man lægger vægt på at undgå kulstoflækage. Dette kan fx ske via et tilskud eller et bundfradrag. Teknologispecifikke tilskud til fx CCS indebærer en risiko for, at reduktionstiltag, som er billigere end CCS, men dyrere end afgiften, ikke bliver taget i anvendelse. Hvis man vælger at give tilskud, bør man undersøge muligheden for en tilskudsmodel, der så vidt muligt omfatter alle relevante teknologier. Et bundfradrag er som udgangspunkt teknologineutralt, men kan have høje administrative omkostninger. Lækageregulering i form af tilskud eller bundfradrag vil som udgangspunkt fordyre målopfyldelsen, og gevinsterne i form af fx mindre lækage skal derfor vejes op mod de øgede omkostninger. I fald risikoen for lækage bliver mindre over tid, bør eventuel lækageregulering justeres derefter.

Omstilling af fødevarsystemet

- Klimarådet anbefaler, at en generel drivhusgasafgift også dækker landbrugets drivhusgasudledninger. Den konkrete afgiftsmodel på landbrugets udledninger kan indrettes med mulighed for bundfradrag for at begrænse produktionsnedgang og lækage. En konkret model kræver et grundigt forarbejde, men regeringen bør allerede nu annoncere, at den arbejder for en afgift på alle drivhusgasudledninger, og hvilket afgiftsniveau der sigtes efter. Hvis det ønskes politisk, vil det ud over bundfradraget være muligt at give kompensation til de landmænd, som bliver påvirket af fx faldende jordpriser.
- Klimarådet anbefaler, at der først lægges afgift på de dele af landbrugets udledninger, hvor det relativt nemt kan lade sig gøre. I takt med at de praktiske udfordringer løses for de øvrige udledningskilder, bør disse også omfattes af afgiften.
- Klimarådet anbefaler, at regeringen herudover igangsætter et arbejde for at udforme en model, som bedst muligt tillader, at der pålægges forbrugsafgifter på klimabelastende fødevarer, så prisen afspejler klimabelastningen for disse. Dette kan supplere en afgiftsmodel med bundfradrag.
- Klimarådet anbefaler, at regeringen i højere grad understøtter forskning og udvikling i nye reduktionstiltag, der kan reducere restudledningerne fra landbrug og arealanvendelse. Indsatsen kan fremover understøttes gennem stærkere økonomiske incitamenter og øgede investeringer i forskning og udvikling.
- Klimarådet anbefaler, at regeringen arbejder for en ambitiøs og omkostningseffektiv fælles regulering i EU af udledninger fra landbrug og arealanvendelse.

- Klimarådet anbefaler, at Danmark bedre udnytter mulighederne for at understøtte klimatiltag gennem EU's landbrugsstøtte. Dette kan fx være særligt relevant for udtagning af lavbundsarealer.
- Klimarådet anbefaler, at der gennemføres virkemidler, der medvirker til at normalisere klimavenlig kost, herunder at stat, regioner og kommuner sætter mål om, at de offentlige køkkener serverer klimavenlig mad. Målsætningen om klimavenlig kost i offentlige køkkener bør baseres på de danske kostråd, fordi kostrådene er et godt pejlemærke for klimavenlig mad frem mod 2030.

Tilstrækkelig grøn strøm fra vind og sol

- Klimarådet anbefaler, at regeringen skruer op for udbygning af vedvarende energi, som kan etableres relativt hurtigt. Det drejer sig om solceller på marker og tage samt vindmøller på land. I udpejningen af arealer er der behov for en generel prioritering af en række forskellige hensyn, herunder eksterne omkostninger som fx visuelle gener. Etableringen bør ske hurtigt, fordi vi mangler grøn strøm i årene frem mod 2030 for at undgå nettoimport af strøm. Derudover er det hensigtsmæssigt at forsøge at fremrykke etableringen af planlagt havvind, herunder havvindmølleparkerne aftalt i forbindelse med finansloven for 2022 samt energiø Bornholm.
- Klimarådet anbefaler, at regeringen udbygger med mere havvind end planlagt frem mod 2040, for at regeringens power-to-X planer i høj grad forsynes med dansk produceret grøn strøm. Desuden giver etablering af ekstra havvind mulighed for nettoeksport af strøm til vores nabolande. Den økonomiske risiko ved udbygningen vurderes at være relativt lav, fordi efterspørgslen på grøn strøm er stigende, mens prisen på havvind er faldende, og det er sandsynligt, at den høje efterspørgsel i udlandet vil medføre elpriser, der gør nettoeksport økonomisk attraktivt. I forbindelse med finansloven for 2022 ser regeringen på muligheden for at etablere 1 ekstra GW udover det allerede planlagte. Klimarådet anbefaler, at der hurtigst muligt etableres mere end 1 ekstra GW, blandt andet for hurtigst muligt at imødekomme elforbruget til regeringens planer om power-to-X på 4-6 GW i 2030.
- Klimarådet anbefaler, at regeringen undersøger, hvordan kommende udbud af havvind kan designes til at være på forkant med elforbruget og samtidig sikre en høj konkurrence blandt budgivere. Udbygningen kan fx komme mere på forkant ved at klargøre et stort antal havvindmølleparker og løbende foretage udbud, efterhånden som man opnår en tilstrækkelig vished om elforbruget. Konkurrencen kan sikres ved at hæve betalingsloftet til staten eller inddrage alternative bedømmelseskriterier som fx livscyklusanalyse eller bidrag til innovation.

Perspektiver for power-to-X

- Klimarådet anbefaler, at regeringens ambitionsniveau for power-to-X på 4-6 GW bruges som sigtelinje, under forudsætning af at elforbruget hertil modsvares af udbygning med vedvarende energi, så produktionen af power-to-X-produkter overvejende baseres på grøn strøm. Uden tilstrækkelig grøn strøm risikerer power-to-X at øge de globale udledninger på kort sigt.
- Klimarådet anbefaler, at regeringen i den fremtidige indsats og planlægning af power-to-X prioriterer direkte elektrificering over power-to-X. Når der anvendes power-to-X-brændstoffer, bør regeringen prioritere kulstoffrie brændstoffer over kulstofholdige i de slutanvendelser, hvor det er muligt.
- Klimarådet anbefaler, at regeringen inkluderer det forventede behov for grønne brændstoffer til omstilling af den danske del af udenrigsskibs- og luftfart i planlægningen for power-to-X frem mod 2050. Power-to-X-brændstoffer vil forventeligt blive et afgørende element i omstillingen af disse sektorer.
- Klimarådet anbefaler, at regeringen arbejder for, at power-to-X-anlæg placeres hensigtsmæssigt i forhold til elnettet. Det kan fx faciliteres ved at indføre fleksible nettariffer, der er tidsmæssigt og geografisk differentierede. Indførelsen af sådanne mere omkostningsægte tariffer bør ske inden etablering af power-to-X i stor skala.

2

Den globale
klimakontekst

2. Den globale klimakontekst

Parisaftalens medlemslande har et langsigtet mål om at begrænse den globale opvarmning til et godt stykke under 2 grader, med sigte på 1,5 grader. Desuden skal landenes evne til at tilpasse sig effekterne af klimaforandringer styrkes. Parisaftalens temperaturmål vil dog være uden for rækkevidde, medmindre der omgående sker en gennemgribende reduktion af de globale drivhusgasudledninger. Sådan lyder konklusionen fra den seneste delrapport fra FN's klimapanel, IPCC. IPCC's delrapport dannede et videnskabeligt grundlag for de politiske forhandlinger ved FN's 26. klimakonference i Glasgow, COP26, i 2021. Her skulle Parisaftalens medlemslande øge deres klimaambitioner for første gang siden indgåelsen af Parisaftalen i 2015. COP26 viste, at mange lande har skærpet deres nationale klimamål, men at politisk handling stadig ikke sker i det tempo, som videnskaben og de faktiske konsekvenser af klimaforandringerne tilsiger. Hvis Parisaftalens målsætninger skal efterleves, og de værste konsekvenser af klimaforandringer skal afbødes, er der et presserende behov for, at ambitionerne øges yderligere og understøttes af ambitiøse politikker og hurtig handling. I dette kapitel beskrives de globale rammer for dansk klimapolitik, og Danmarks klimainsats sættes i et globalt perspektiv.

Kapitlets hovedpointer

- Parisaftalens medlemslande har til sammen øget deres nationale ambitionsniveau siden Parisaftalen i 2015. I teorien vil den globale opvarmning ifølge flere scenarier kunne begrænses til cirka 1,8 grader i løbet af dette århundrede, hvis alle de reviderede nationale handleplaner for 2030 og langsigtede nettonulmål efterleves.
- Kun få af landenes nettonulmål er understøttet af en ambitiøs klimapolitik på kortere sigt. Hvis de 1,8 grader skal lykkes i praksis, kræver det, at verdens lande til sammen formår at reducere drivhusgasudledningerne frem mod 2030 betydeligt mere, end de nuværende handleplaner lægger op til.
- Hvis Parisaftalens temperaturmål skal være indenfor rækkevidde, er der generelt behov for, at ambitionerne øges yderligere, og at de langsigtede nettonulmål understøttes af ambitiøse delmål, der sikrer betydelige drivhusgasreduktioner på kort sigt. Dette vil begrænse de samlede drivhusgasudledninger og øge sandsynligheden for, at nettonulmålene kan nås.
- Klimafinansieringsmålet på 100 mia. dollars i 2020 blev ikke nået. Aftaleteksten for COP26 i Glasgow opfordrer de udviklede lande til hurtigst muligt at tilvejebringe den lovede finansiering. Desuden blev det vedtaget at fordoble andelen af klimafinansiering, der går til klimatilpasning. Og så bliver det igen muligt at handle med klimakreditter på tværs af landene. EU, herunder Danmark, har besluttet ikke at gøre brug af denne mulighed for at opfylde nationale klimamål.
- Der blev indgået en række vigtige frivillige aftaler på klimakonferencen i Glasgow. Fx tog den danske regering initiativ til en aftale om udfasning af olie og gas. Desuden var regeringen medunderskriver på aftaler om udfasning af kul, reduktion af metanudslip, begrænsning af udledninger fra international skibsfart og stop for afskovning.

2.1 Den nyeste forståelse af klimasystemet og klimaforandringer

IPCC har udgivet første del af sin sjette hovedrapport

FN's klimapanel, IPCC, udgiver omtrent hvert 6. år en hovedrapport, som opsummerer den seneste videnskabelige, tekniske og socioøkonomiske viden om klimaforandringer. IPCC's primære formål er at fremlægge regelmæssige videnskabelige vurderinger af klimaforandringerne, deres implikationer og potentielle fremtidige risici samt at foreslå tilpasnings- og reduktionsmuligheder. Denne viden danner et videnskabeligt grundlag for de politiske forhandlinger i regi af FN's klimakonvention, UNFCCC, hvor verdens regeringer mødes for at drøfte klimaforandringerne, og hvordan de vil håndtere problemet.

I august 2021 udgav IPCC første del af sin sjette hovedrapport.¹ Rapporten vurderer og beskriver den nyeste forståelse af klimasystemet og klimaforandringerne. Rapporten genbekræfter i store træk de samme centrale budskaber som i IPCC's første vurderingsrapport tilbage fra 1990. Det fremgår stadig at:

- menneskelig indflydelse forårsager klimaforandringer
- fortsatte drivhusgasudledninger udgør en trussel for menneskelige og naturlige systemer
- drivhusgasreduktioner er nødvendige for at begrænse yderligere opvarmning

Forskellen mellem 1990 og i dag er, at IPCC's konklusioner i dag bygger på en større grad af detalje og sikkerhed. Dette skyldes blandt andet, at forskerne i dag har en bedre forståelse af klimasystemet, bedre klimamodeller og et bedre datagrundlag. Derfor giver denne rapport det hidtil klareste og mest omfattende syn fra IPCC på, hvordan klimasystemet fungerer, og hvordan menneskelige aktiviteter påvirker det.

Rapporten understreger nødvendigheden af handling i et omfang og i en hastighed, som er uden fortilfælde, hvis Parisaftalens temperaturmål fortsat skal være inden for rækkevidde, og de værste konsekvenser af klimaforandringerne skal afbødes.

Klimaforandringer er udbredte og forårsaget af menneskelig indflydelse

IPCC's seneste rapport konkluderer, at klimaforandringerne er udbredte og hidtil usete i tusinder af år. Koncentrationen af CO₂ i atmosfæren er den højeste i mindst 2 mio. år, og den globale overfladetemperatur er steget cirka 1,1 grader i forhold til det førindustrielle niveau. Rapporten slår fast, at menneskelig indflydelse med sikkerhed forårsager klimaforandringer.

Forandringer i jordens klima er observeret i alle regioner af verden og på tværs af hele det globale klimasystem. Forandringerne påvirker i stigende grad havniveauet, vejrfænomener, dyre- og planteliv og øger afsmeltningen af klodens is. Mange af de ændringer, som observeres i klimasystemet i dag, vil forstærkes i takt med yderligere opvarmning. Samtidig konkluderer rapporten, at nogle af forandringerne er uigenkaldelige i århundreder og op til årtusinder. Dette gælder særligt forandringerne i havene, iskapperne og det globale havniveau.

Det fremgår af rapporten, at der er konsekvenser af global opvarmning, der med lav sandsynlighed vil ske, men som vil have omfattende konsekvenser, hvis de forekommer. Nogle af disse konsekvenser er såkaldte tipping points. Et tipping point er en kritisk tærskel i klimasystemet, hvor et system ændrer sig, ofte pludseligt og/eller uigenkaldeligt. IPCC angiver, at sådanne konsekvenser – fx et kollaps af iskapperne ved polerne eller pludselige ændringer i havstrømmene – ikke bør udelades i en risikovurdering. Videnskaben ved ikke præcist, hvornår specifikke tærskler krydses. Men forskerne er dog sikre på, at disse tærskler eksisterer, og at sandsynligheden for at krydse dem stiger ved yderligere opvarmning.

1,5-gradersmålet kan snart være uden for rækkevidde

I 2015 indgik hovedparten af verdens lande Parisaftalen, hvor medlemslandene blandt andet fastsatte et mål om at begrænse den globale opvarmning til et stykke under 2 grader med sigte mod at begrænse opvarmningen til 1,5 grader. Det fremgår af IPCC's seneste rapport, at 1,5-gradersmålet og måske endda 2,0-gradersmålet vil være uden for rækkevidde, medmindre der omgående sker en gennemgribende reduktion af drivhusgasudledninger. Hvis de globale drivhusgasudledninger ikke reduceres markant, vil den globale overfladetemperatur med stor sandsynlighed være steget med mindst 1,5 grader allerede inden for de næste to årtier.

Drivhusgasser ophober sig i atmosfæren, og det er primært den stigende koncentration af drivhusgasser, der driver klimaforandringerne. Derfor må der ikke udledes flere drivhusgasser til atmosfæren, end der optages, hvis opvarmningen skal stabiliseres. Der skal med andre ord skabes en balance mellem udledninger og optag, så der nås en nettonuludledning af drivhusgasser. Det betyder også, at hver eneste enhed af drivhusgas, der udledes fra i dag, og indtil nettonuludledning nås, vil bidrage til at øge opvarmningen yderligere. Reduktionstempoet spiller altså en helt afgørende rolle i forhold til at begrænse den globale opvarmning. Jo hurtigere drivhusgasudledningerne reduceres desto bedre.

IPCC's konklusioner er alarmerende, men det fremgår også af rapporten, at Parisaftalens temperaturmål stadig kan nås, og at nogle af de observerede klimatiske forandringer endnu kan bremses eller stoppes ved at begrænse yderligere opvarmning. Det kræver dog hurtig handling, hvilket ikke umiddelbart fremgår af landenes klimamål fra COP26 i Glasgow.

2.2 FN's 26. klimakonference, COP26 i Glasgow

På COP26 skulle Parisaftalens medlemslande indmelde nye klimamål

Som et led i at efterleve Parisaftalens mål, skal medlemslandene formulere nationale handleplaner, som redegør for de nationalt planlagte drivhusgasreduktioner og klimatilpasningsinitiativer. Den første runde af nationale handleplaner fra 2015 gjorde det tydeligt, at der var en markant uoverensstemmelse mellem landenes erklærede handlingsvilje og den påkrævede handling, der er nødvendig for at nå Parisaftalens mål.

Parisaftalen er dog konstrueret som en proces, hvor landene over tid skal øge deres ambitioner. Hjørnestenen i denne proces er Parisaftalens ambitionsmekanisme. Med ambitionsmekanismen skal landene hvert 5. år indlevere nye og reviderede nationale handleplaner, som skal være mere ambitiøse end de forrige. FN's 26. klimakonference i Glasgow, COP26, var året, hvor landenes nationale handleplaner skulle revideres for første gang siden vedtagelsen af Parisaftalen.

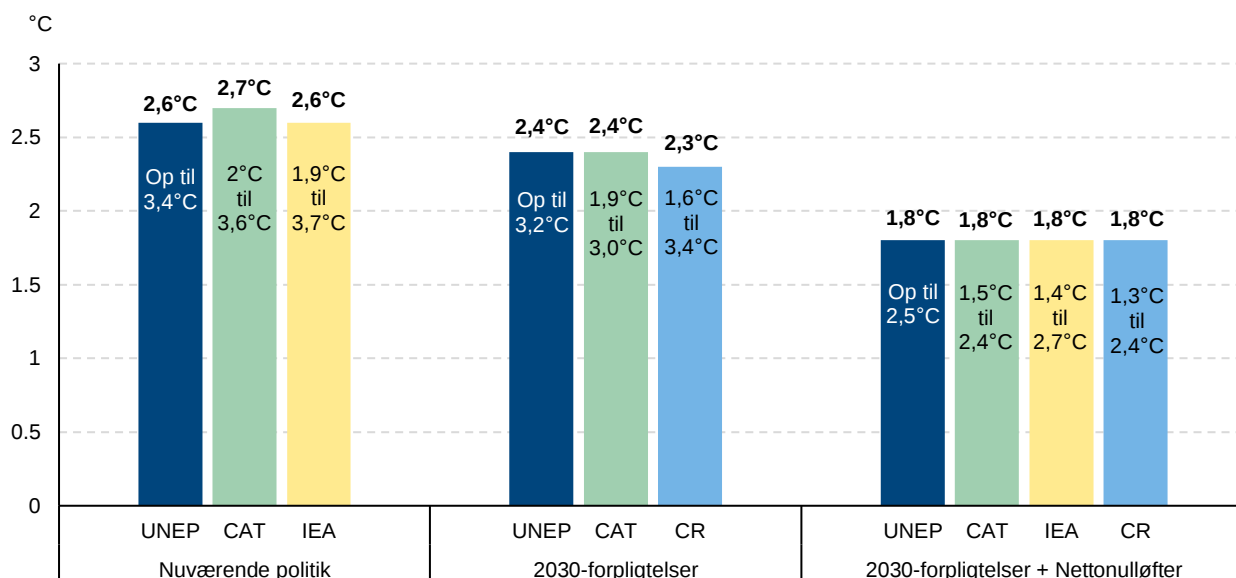
Nye mål for drivhusgasreduktioner begrænser temperaturstigningen

De første nationale handleplaner fra COP21 i Paris viste, at det kollektive ambitionsniveau for drivhusgasreduktioner ville resultere i en temperaturstigning på cirka 3,0-3,2 grader i dette århundrede.² Det var langt fra Parisaftalens temperaturmål om at begrænse opvarmningen til et godt stykke under 2 grader med sigte på 1,5 grader. Derfor var håbet ved COP26, at de reviderede nationale handleplaner ville præsentere et ambitionsniveau i overensstemmelse med, eller inden for rækkevidde af, Parisaftalens temperaturmål.

Ved COP26 indsendte over 150 lande reviderede nationale handleplaner. Disse handleplaner angiver landenes klimaambitioner frem mod 2030. Foreløbige estimater viser, at de reviderede nationale handleplaner, såfremt de efterleves, vil kunne begrænse opvarmningen til cirka 2,4 grader i år 2100, som figur 2.1 viser.

En lang række lande har også fastsat langsigtede nettonulmål, som rækker frem mod midten af dette århundrede. Disse nettonulmål supplerer de nationale handleplaner for 2030. Hvis de langsigtede nettonulmål også efterleves, vil den globale opvarmning i teorien kunne begrænses til cirka 1,8 grader i år 2100.

Landenes nuværende klimamål er således ikke tilstrækkelige til at nå 1,5-gradersmålet. Men det er første gang, de kollektive løfter estimeres at kunne bringe den forventede opvarmning inden for rammerne af Parisaftalens temperaturmål. Det vil sige under 2 graders opvarmning.



Figur 2.1 Sammenligning af de seneste opvarmningsprognoser for 2100 i forhold til det førindustrielle niveau

- Anm. 1: Scenarierne er lavet af United Nations Environment Programme (UNEP), Climate Action Tracker (CAT), International Energy Agency (IEA) og Climate Ressource (CR). Ikke alle disse grupper har analyseret alle scenarier.
- Anm. 2: Både centrale estimater (over søjler) og usikkerhedsintervaller (i søjler) er vist på figuren. Det bemærkes, at usikkerhedsintervallerne er store.
- Anm. 3: Nuværende politik scenarierne tager udgangspunkt i den politik, som allerede er vedtaget, sammen med antagelser om den teknologiske udvikling.
- Anm. 4: 2030-scenarierne tager udgangspunkt i de løfter som Parisaftalens medlemslande har afgivet i deres nationale handleplaner.
- Anm. 5: Nettonul-scenarierne tager i tillæg til 2030-forpligtelserne også udgangspunkt i de langsigtede nettonulmål, som mange lande har afgivet.
- Kilde: Figuren er tilpasset af Klimarådet på baggrund af Carbon Brief.³

Klimaambitionerne frem mod 2030 er utilstrækkelige

Det stigende antal nettonulmål skaber håb for, at den globale opvarmning kan begrænses. Mange nettonulmål er imidlertid ikke afspejlet i kortsigtede planer og politikker, da mange nettonulstrategier udskyder store dele af reduktionsindsatsen til efter 2030.⁴ Jo længere tid landene venter med at reducere deres drivhusgasudledninger, jo kortere tid har de til at omstille sig, og jo mere usandsynligt er det, at de i praksis kan nå deres nettonulmål til tiden. En udskydelse af reduktionsindsatsen øger altså risikoen for, at nettonulmålene ikke nås, hvilket vil resultere i en større opvarmning end 1,8 grader.

En analyse fra UNFCCC viser, at de globale drivhusgasudledninger under de nye nationale handleplaner vil være cirka 13,7 pct. højere i 2030 i forhold til 2010.⁵ Dette står i skærende kontrast til IPCC's særrapport fra 2018⁶, som estimerer, at en begrænsning af den globale opvarmning til 1,5 grader kræver en reduktion af de globale CO₂-udledninger med cirka 45 pct. i 2030 i forhold til 2010 og nettonuludledninger omkring midten af dette århundrede, samt markante reduktioner af andre drivhusgasser.

Landenes ambitioner skal derfor øges yderligere, hvis Parisaftalens temperaturmål skal nås, og der er behov for, at de langsigtede nettonulmål understøttes af ambitiøse delmål, der sikrer betydelige drivhusgasreduktioner på kort

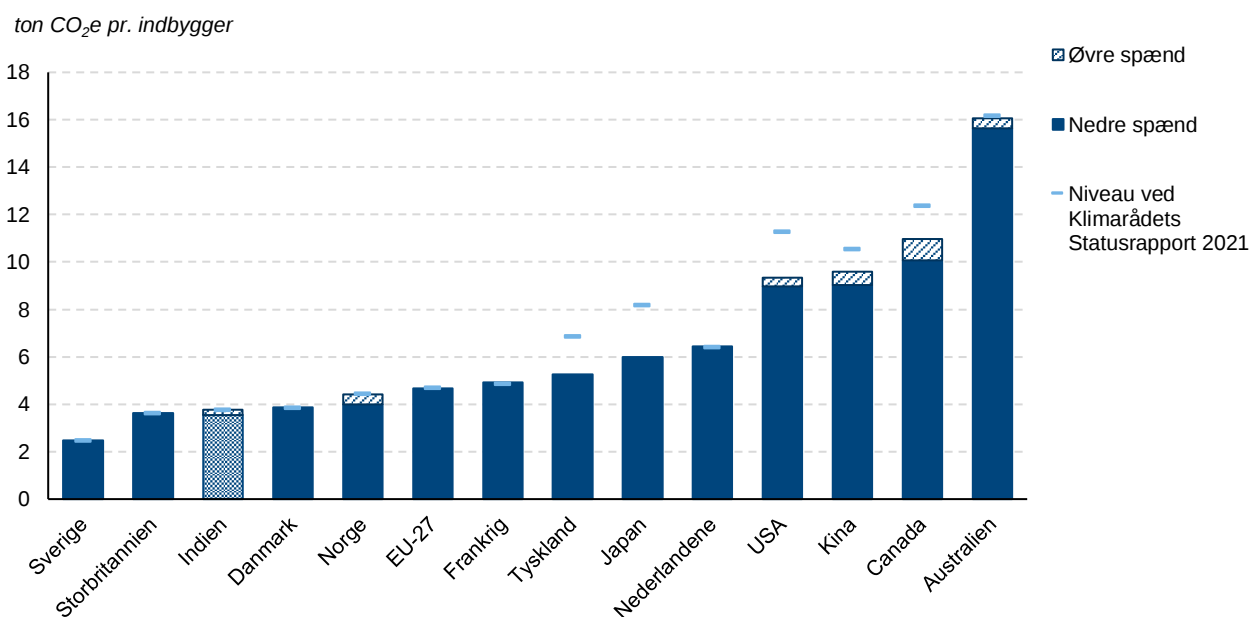
sigt. Dette vil begrænse de samlede drivhusgasudledninger over perioden og samtidig øge sandsynligheden for, at nettonulmålene kan nås.⁷

Parisaftalens medlemslande vedkender sig i aftaleteksten fra COP26, at det nuværende ambitionsniveau for 2030 er utilstrækkeligt.⁸ Derfor anmodes Parisaftalens medlemslande i aftaleteksten om at revidere og styrke deres nationale handleplaner inden udgangen af 2022, fremfor i 2025 som Parisaftalen ellers foreskriver. Derudover opfordres alle lande til at formulere langsigtede reduktionsstrategier.

Udledningerne pr. indbygger fra en række nøglelande ser ud til at falde

Figur 2.2 viser de forventede territoriale udledninger pr. indbygger i 2030 i udvalgte lande efter indmelding af nye reduktionsmål i forbindelse med COP26. Figuren viser også, hvor meget udledningerne pr. indbygger ser ud til at falde sammenlignet med situationen før indmelding af de nye 2030-planer, som beregnet i Klimarådets statusrapport sidste år. Det bemærkes, at EU's nye 55-procentsmål allerede var kendt for et år siden, og der er derfor ikke forventning om en yderligere reduktion her.

Særligt bemærkes, at Tysklands opdaterede klimamål betyder, at de forventede udledninger pr. indbygger nu er 5,3 ton CO₂e, hvilket er 1,6 ton lavere end landets forrige klimamål. Også for Japan, USA, Kina og Canada medfører nye mål lavere forventede udledninger pr. indbygger. Australiens forventede udledninger pr. indbygger er det samme som sidste år og stikker ud som de højeste med udledninger på 16 ton CO₂e pr. indbygger. Det er fire gange højere end de forventede udledninger pr. indbygger i Danmark. USA, Kina og Canada ligger også stadig højt sammenlignet med Europa.



Figur 2.2 Forventede territoriale udledninger pr. indbygger i 2030 ud fra landenes klimamål

Anm. 1: Indbyggertal kommer fra FN's *medium fertility variant*-prognose fra 2019 for midt i året 2030.

Anm. 2: Indiens og Kinas mål er indmeldt til Parisaftalen gennem deres nationale handleplaner og omhandler begrænsninger på stigning i udledninger frem mod 2030. Forventede udledninger i 2030 ved opfyldelse af landenes nationale handleplaner er beregnet af *Climate Action Tracker*. Under COP26 har Indien indmeldt et nyt mål, men der er endnu ikke lavet beregninger på, hvad det betyder for landets udledninger i 2030. Indiens søjle er prikket, idet den med de opdaterede mål reelt er lavere.

Anm. 3: For en række lande er udledninger og optag fra sektoren for arealanvendelse og skov (LULUCF) inkluderet i målene. Det gælder Danmark, Storbritannien, EU, Norge, USA, Australien, Japan, og Canada. Omvendt har følgende lande ikke LULUCF-opgørelser med i deres klimamål: Tyskland, Nederlandene, og Frankrig. Det er uklart, om LULUCF medregnes i Kina og Indien. Endelig er LULUCF-opgørelser ikke medtaget i Sveriges klimamål, men alligevel er der i Sverige mulighed for at opnå op til 8 pct.-point af målet ved brug af henholdsvis øget optag fra skove, kreditter ved reducerede udledninger i andre lande og fangst og lagring af biogene CO₂-udledninger (BECCS).

- Anm. 4: Ikke alle lande har ét procenttal for deres klimamål, men et spænd for klimamålet. Derfor er der i figuren angivet både øvre og nedre spænd. Hvis landet kun har angivet ét procenttal, er dette blot angivet som nedre spænd.
- Kilder: Klima- Energi- og Forsyningsministeriet,⁹ Grantham Research Institute on Climate Change and Environment, LSE,¹⁰ Swedish Environmental Protection Agency,¹¹ Government of the Netherlands,¹² Government of United Kingdom,¹³ UNFCCC Inventory Reports,¹⁴ UNFCCC NDC Registry 2020,¹⁵ Climate Action Tracker,¹⁶ FN,¹⁷ UNFCCC NDC Registry 2021,¹⁸ og Klimarådet.

Det bemærkes, at udledninger fra eksport af varer er inkluderet i de territoriale udledninger, som ligger til grund for figuren, og at fx Kina har en meget stor eksport til resten af verden. Hvis man i stedet så på de forbrugsrelaterede udledninger, har Danmark et relativt højt forbrugsrelateret klimaafttryk sammenlignet med mange andre lande, og en ny analyse fra Danmarks Statistik¹⁹ viser, at Kina i 2020 var det land, hvor dansk forbrug satte størst udenlandsk klimaafttryk (opgjort i mio. ton CO₂e).

Klimafinansieringsmålet for 2020 blev ikke nået

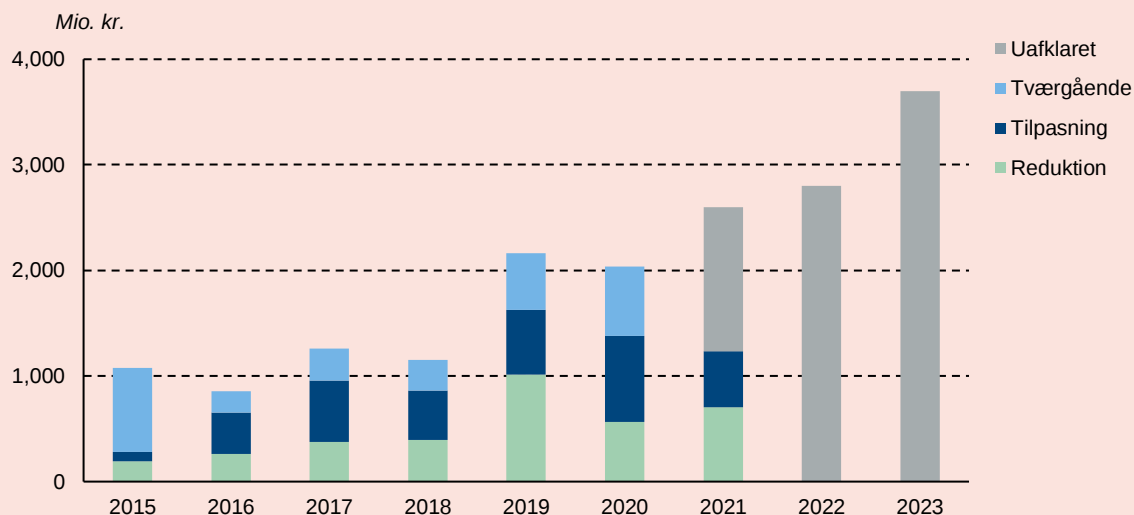
Udviklingslandene skal have klimastøtte som en del af FN's Klimakonvention, UNFCCC. Det er blevet uddybet og gentaget i en række FN-aftaler, inklusive Parisaftalen. I Parisaftalen skal de udviklede lande mobilisere minimum 100 milliarder dollars om året mellem 2020 og 2025 i klimastøtte til udviklingslande og sætte et nyt og højere mål efter 2025.

Parisaftalens medlemslande har derved etableret et kvantitativt klimafinansieringsmål for perioden 2020-2025, men de er ikke blevet enige om fælles definitioner og opgørelsesmetoder. Derfor er der uoverensstemmelser om den præcise størrelse af den leverede støtte. Det stod dog klart forud for COP26, at de udviklede lande ikke havde afsat de 100 milliarder dollars for 2020. En nylig rapport fra OECD viser, at der i 2019 blev mobiliseret cirka 80 milliarder dollars i klimastøtte, en stigning på cirka 2 pct. i forhold til 2018.²⁰ Verificerede data for 2020 vil først være tilgængelige senere i 2022, men det står klart, at klimastøtten for 2020 er under målet. Samtidig vurderer OECD, at målet om de 100 milliarder dollars først ser ud til blive nået i 2023.²¹

I COP26's aftaletekst noteres det med dyb beklagelse, at klimafinansieringsmålet for 2020 ikke er nået. De udviklede lande opfordres til at tilvejebringe de 100 milliarder dollars årligt hurtigst muligt. Det er uklart, om der vil ske en kompensation for de år, hvor klimafinansieringsmålet ikke er nået. Boks 2.1 indeholder en nærmere beskrivelse af den danske klimafinansiering.

Boks 2.1 Dansk klimafinansiering til udviklingslande

Den danske regering har valgt at bruge en markant større del af udviklingsbistanden på klima- og miljørelaterede tiltag for at understøtte den globale klimastrategi. Således forventes det, at mindst 30 pct. af udviklingsbistanden skal være grøn fra 2023 og bestå af mindst 25 pct. til klimabistand og mindst 5 pct. til miljø- og biodiversitetsindsatser. Den samlede klimabistand forventes foreløbigt at udgøre cirka 3,7 mia. kr. i 2023, ud af en forventet samlet udviklingsbistand på cirka 17,5 milliarder kr.²² Dette er vist på figur 2.3.



Figur 2.3 Udviklingen i den danske klimabistand, tilsagn 2015-2023

Anm: Det bemærkes, at for 2023 er der tale om måltal. Der skal tages forbehold for, at den endelige klimabistand og fordelingen af den først kendes, når hele finansloven er udmøntet, og de relevante projekter og initiativer er programmeret.

Kilder: Udenrigsministeriet,²³ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet²⁴ og Finansministeriet.²⁵

Regeringen ønsker, at minimum 60 pct. af klimabistanden fremadrettet skal øremærkes klimatilpasning.²⁶ Det er ikke vist på figur 2.3, da den præcise fordeling mellem reduktion, tilpasning og tværgående indsatser først kendes, når der er givet tilsagn til de konkrete indsatser. Ifølge Parisaftalen skal klimastøtten balanceres mellem reduktioner og klimatilpasning, men udviklingslandene er utilfredse med, at størstedelen af den internationale klimafinansiering går til reduktionsindsatser.

Ud over den gavebaserede klimabistand, som er vist i figur 2.3, består den samlede danske klimafinansiering til udviklingslande også af lån, garantier med videre. Den præcise fordeling mellem reduktioner og klimatilpasning for disse finansielle instrumenter er uklar.

Finansiering af klimatilpasning skal fordobles inden 2025

Klimaforandringerne påvirker i stigende grad naturlige og menneskelige systemer. Påvirkningen sker blandt andet gennem stigende vandstand i havene samt kraftigere og hyppigere ekstreme vejrphenomener som tørke, naturbrande, orkaner og oversvømmelser. Mange af klimaforandringerne vil forstærkes i takt med yderligere opvarmning, og nogle af de forandringer er uigenkaldelige i århundreder og op til årtusinder. Et øget behov for klimatilpasning er dermed blevet mere tydeligt, og det er også blevet en tiltagende mere central dagsorden ved de internationale klimaforhandlinger.

Det er aftalt i Parisaftalen, at klimastøtten skal balanceres mellem reduktioner og klimatilpasning. OECD anslår, at kun cirka 25 pct. af den samlede internationale klimafinansiering på cirka 80 milliarder dollars i 2019 var øremærket klimatilpasning. Der er altså ikke opnået en balance i klimastøtten.²⁷ COP26's aftaletekst opfordrer de udviklede lande til mindst at fordoble finansieringen til klimatilpasning inden 2025 i forhold til 2019.²⁸

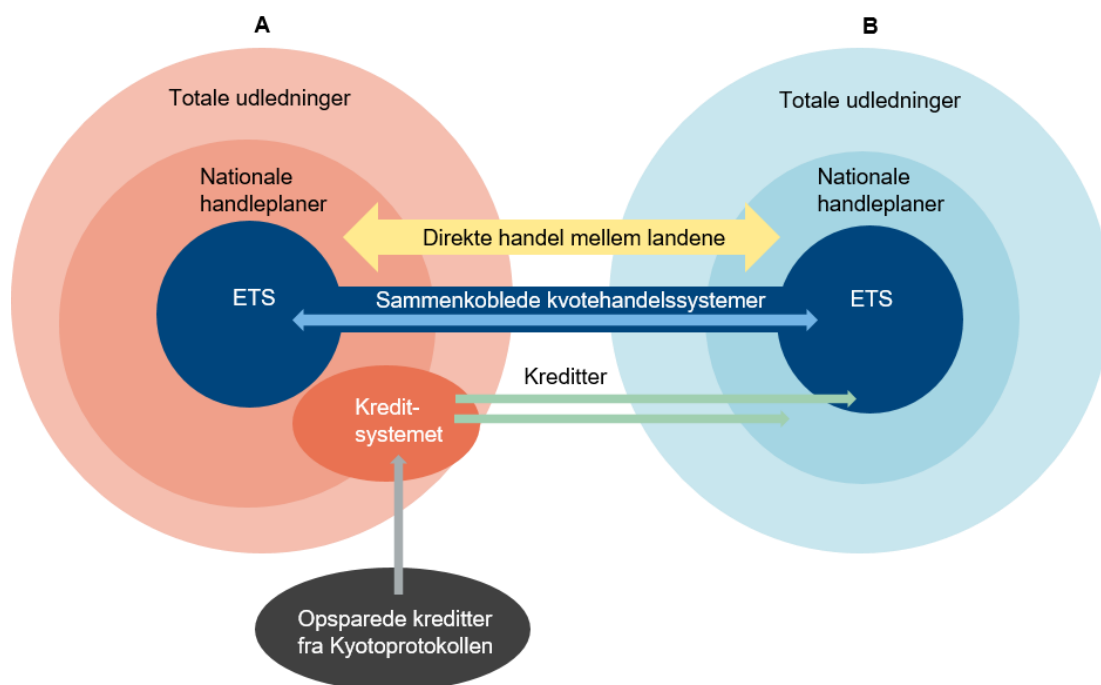
En fordobling vil beløbe sig til cirka 40 milliarder dollars i 2025, ud af en samlet støtte på minimum 100 milliarder dollars årligt. Dette er en væsentlig stigning, men den sikrer ikke en fuldt ud ligelig balance mellem støtte til reduktioner og støtte til klimatilpasning, hverken for år 2025 eller samlet for perioden 2020-2025.

Det lykkedes ikke ved COP26 at etablere en finansieringsmekanisme til situationer, hvor tilpasning ikke længere er mulig, også kaldet tab og skader.

Der blev indgået en aftale om handel med klimakreditter i Glasgow

Selvom Parisaftalen blev vedtaget tilbage i 2015, var der stadig uafklarede elementer af Parisaftalens regelsæt op til COP26. Et af de største udeståender var Parisaftalens artikel 6. Den handler om etableringen af frivillige markeder for handel med drivhusgasreduktioner. Ved COP26 nåede medlemslandene til enighed om tre instrumenter, der blandt andet understøtter overførslen af udledningsreduktioner mellem lande, og som samtidig tilskynder den private sektor til at investere i klimaløsninger. De tre instrumenter er:

1. Bilaterale aftaler mellem Parisaftalens medlemslande om overførsel af udledningsrettigheder imellem dem. Dette kan ske enten i form af en direkte handel mellem to landes regeringer, som vist ved den gule pil i figur 2.4, eller i form af sammenkoblede kvotehandelssystemer, fx mellem kvotesystemet i Californien og det canadiske kvotehandelssystem for Quebec, som vist med den blå pil. En kvote svarer til 1 ton CO₂e.
2. En ny FN-kreditmekanisme lignende de tidligere kreditmekanismer under Kyotoprotokollen. Her kan en virksomhed i et land reducere sin udledning gennem et FN-godkendt projekt og sælge denne reduktion til en virksomhed i et andet land, hvor reduktionen kan bruges til at opfylde virksomhedens og dermed modtagerlandets reduktionsmål. Kreditter kan også opkøbes direkte af stater til at opfylde nationale forpligtelser. Det er vist ved de grønne pile. En kredit svarer ligesom en kvote til 1 ton CO₂e.
3. En ikke-markedsbaseret mekanisme hvorved forskellige lande og deres institutioner aftaler at samarbejde om den grønne omstilling, fx udvikling af vedvarende energi. Dette instrument omfatter mere end klima og omtaler også samarbejde om miljø, biodiversitet og fattigdomsbekæmpelse.



Figur 2.4 Illustration af muligheder for at handle med drivhusgasreduktioner på tværs af lande

Anm: Figuren viser de frivillige mekanismer, der blev vedtaget på COP26 i Glasgow. ETS står for Emissions Trading System eller kvotehandelssystem.

Kilde: Tilpasset af Klimarådet på baggrund af OECD.²⁹

Rationalet bag Parisaftalens artikel 6 er, at velfungerende kulstofmarkeder vil kunne sænke landenes reduktionsomkostninger og derved lede til højere ambitioner. Et vigtigt element i forhandlingerne har her været, hvordan man etablerer robuste og gennemsigtige regnskabssystemer, så man undgår dobbelttælling. Dermed sikrer man, at de drivhusgasreduktioner, der anvendes ved handel med kreditter eller udledningsrettigheder, ikke tælles to gange. Med vedtagelsen af artikel 6 er der enighed om at styrke reglerne mod dobbelttælling, men de detaljerede regler skal først udarbejdes af de nye FN-organer, som nedsættes til at overvåge handelssystemet.

På COP26 vedtog man også en mulighed for at bruge opsparede Kyotokreditter registreret den 01.01.2013 eller derefter. Estimer viser, at der er omkring 320 mio. af sådanne kreditter, som vil kunne bruges til at opfylde landenes reduktionsforpligtelser under Parisaftalen.³⁰ Det er vist ved den grå pil i figur 2.4. Dette er et særligt problem, fordi disse opsparede kreditter ikke fører til nye reduktioner. Én kredit svarer til et ton CO₂e.

EU, og herunder Danmark, har besluttet ikke at bruge de nye instrumenter til opfyldelse af deres klimamål, så reglerne betyder ikke umiddelbart noget for Danmarks målopfyldelse. Dog indgår klimakreditter som en mulighed for at opfylde kravene for den internationale luftfart gennem CORSIA-programmet. CORSIA står for "Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation" og pålægger luftfartøjsoperatører krav om, at de ikke må have udledninger over 2019-niveauet. Hvis udledningerne er højere end dette, skal luftfartøjsoperatøren returnere kreditter for overskridelsen. EU-Kommissionen har foreslået, at CORSIA gælder for europæiske luftfartøjsoperatører, der flyver ind og ud af EU eller mellem to ikke-EU-lande. Derfor er reglerne for handel med kreditter stadig relevante for Danmark og EU, ligesom det er vigtigt at arbejde for den størst mulige robusthed i FN-systemet for at undgå, at andre lande snyder på vægten. Der er ingen lignende regler for skibsfarten.

Frivillige aftaler og tilsagn var også et vigtigt resultat af COP26

Ved COP26 blev der annonceret en lang række frivillige aftaler og tilsagn fra aktører såsom lande, regioner, byer, virksomheder og investorer. Disse frivillige initiativer ligger uden for de officielle forhandlinger ved topmødet, men de udgør et vigtigt bidrag i at nå Parisaftalens målsætninger. Resultaterne fra COP26 skal derfor også vurderes ud fra de frivillige initiativer, som klimaforhandlingerne har faciliteret, enten direkte eller indirekte.

Den danske regering har blandt andet indgået og taget initiativ til en række frivillige sideaftaler, som er beskrevet i boks 2.2. Derudover har over 1.000 byer, cirka 70 regioner, over 5.000 virksomheder og cirka 440 af verdens største investorer gennem alliancen Race to Zero forpligtet sig til at nå nettonuludledning af CO₂ senest i 2050.³¹ Ved COP26 så man også, at 450 investorer, banker, pensionskasser og forsikringsselskaber, som samlet set forvalter 130 billioner dollars, afgav løfte om, at deres samlede portefølje vil være kulstofneutral inden 2050.³²

Effekten af de mange frivillige initiativer er imidlertid svær at vurdere. Det skyldes, at mange af initiativerne er uklare vedrørende implementering, virkemidler og timing. Derfor er det uklart, i hvilket omfang de bidrager udover landenes nationale handleplaner og langsigtede nettonulmål. Den samlede mængde af frivillige initiativer giver dog en klar indikation om, at der er en stigende omstillingsparathed blandt afgørende aktører og en bred vilje til at bidrage til opnåelsen af Parisaftalens målsætninger.

Boks 2.2 Udvalgte frivillige sideaftaler med dansk regeringsdeltagelse fra COP26 i Glasgow

- **Global Methane Pledge:** Over 100 lande har tilsluttet sig en aftale om nedbringelse af metangasudledninger med 30 pct. inden 2030.³³
- **Maritim aftale:** Erklæring på vegne af en koalition af 14 lande om støtte til et mål om klimaneutral søfart i 2050 i den Internationale Maritime Organisation (IMO).³⁴
- **Skovdeklarationen:** Over 140 lande, som tilsammen rummer cirka 85 pct. af verdens skove, har forpligtet sig til at stoppe afskovning inden 2030.³⁵
- **Beyond Oil and Gas Alliance (BOGA):** Dansk ledet alliance bestående af 11 nationale og subnationale regeringer, som har etableret et nyt internationalt samarbejde om at udfase olie- og gasproduktionen.³⁶
- **Kuludfasning:** Danmark har sammen med en række lande tilsluttet sig kulerklæringen. Kulerklæringen har flere forskellige objektiver, heriblandt et stop for nye tilladelser til kulkraft uden Carbon Capture and Storage (CCS), udfasning af eksisterende kulkraft, samt et stop for finansiering af kulkraft i udlandet.³⁷

3

Nettonuludledning
senest i 2050

3. Nettonuludledning senest i 2050

Klimaloven fastslår, at Danmark skal være et klimaneutralt samfund senest i 2050. Det er i loven defineret som et mål om nettonuludledning, hvor der er balance mellem udledninger og optag af drivhusgasser. Mange lande har sat sig nettonulmål, men det er uklart, hvordan landene vil nå dem. For at nå nettonul skal især én udfordring håndteres: knapheden på kulstof. Der skal bruges kulstof til både brændsler, materialer og kulstoflagring, og samtidig skal Jordens begrænsede areal både bruges til fødevarerproduktion, biodiversitet og CO₂-optag i biomasse. Derfor skal kulstof fra biomasse bruges varsomt, hvis nettonul skal nås uden at overskride planetens grænser. Samtidig kan vi ikke være sikre på, at ny teknologi vil gøre os i stand til at indfange tilstrækkelig store mængder CO₂ direkte fra luften. Danmark bør vise en succesfuld vej til nettonul, som andre lande kan lade sig inspirere af. Sådan fortolker Klimarådet ambitionen om, at Danmark skal være et foregangsland. Nettonul kræver langtidsplanlægning, som vil mindske risikoen for fejlinvesteringer. Dette kapitel diskuterer, hvordan Danmark kan opfylde rollen som foregangsland på vejen mod nettonul.

Kapitlets hovedkonklusioner

- Danmark bør prioritere indsatsen for at reducere udledningerne højt og ikke satse ensidigt på negative udledninger. Reduktionsindsatsen skal især ske i landbruget, som tegner til at blive den største udleder i 2050. Negative udledninger vil dog være nødvendige, hvis der er udledninger tilbage, som ikke kan fjernes. Jo større udledninger, der skal opvejes af negative udledninger, jo mere kulstof skal der bruges.
- Knaphed på kulstof bliver en hovedudfordring for at nå nettonulmålet i 2050. Kulstof skal bruges både til energi, materialer og negative udledninger. Negative udledninger indebærer, at kulstof bliver trukket ud af atmosfæren og lagret. Det kan ske via planters fotosyntese og via teknologien Direct Air Capture (DAC). Kulstof opsamlet af planter kan lagres i skove, eller biomassen kan afbrændes og CO₂ fra røggassen kan lagres under jorden.
- DAC kan blive en vigtig teknologi for at nå målet om nettonuludledning senest i 2050. DAC er dog forbundet med høj teknologisk risiko og potentielt store omkostninger. Det er derfor risikabelt allerede nu at forudsætte, at DAC bliver tilgængelig i stor skala inden 2050.
- Hvis DAC ikke bliver udbredt, kan vi kun opnå negative udledninger via kulstof fra planter, altså fra biomasse. Produktion af biomasse kræver areal. Det samme gør produktion af fødevarer og beskyttelse af biodiversitet. Der er derfor grænser for, hvor store arealer, der kan bruges til at producere biomasse.
- Danmark bruger i dag cirka 35 GJ bioenergi pr. indbygger, hvoraf en stor del importeres. IPCC peger på, at et langsigtet, gennemsnitligt, globalt bæredygtigt forbrug af biomasse til energi vil være begrænset til omkring 10 GJ pr. indbygger i 2050.
- Spørgsmålet om, hvor meget biomasse, vi kan bruge i Danmark, vil blive stadig mere centralt frem mod 2050. På den ene side er biomasse en vej til negative udledninger. På den anden side kan man spørge, om Danmark kan være et foregangsland ved at nå nettonul med et forbrug af biomasse, der ligger væsentligt over, hvad andre lande bæredygtigt kan bruge.
- Danmarks andel af udenrigstransport med skibe og fly bør inddrages, når det planlægges, hvordan nettonulmålet skal nås. Det vil øge behovet for kulstof, men det vil være nødvendigt at inddrage disse sektorer for at nå de globale klimamål. Klimaeffekten af kondensstriber fra fly bør også inddrages.
- Det bliver nødvendigt nøje at prioritere, til hvilke formål der anvendes kulstof. Vejtransport bør omstilles til kulstoffrie drivmidler, og det samme bør skibstransport, i takt med at det bliver teknologisk muligt.
- Energi fra biomasse koblet med indfangning af kulstof bør fortsat spille en rolle. Men det er vigtigt at holde sig for øje, at biomasse ikke altid retvisende kan betragtes som CO₂-neutral. Hvis biomasse ikke er CO₂-neutral, kan effekten for atmosfæren af at fange og lagre CO₂ fra biomasseafbrænding blive reduceret.

3.1 Målet om nettonuludledning

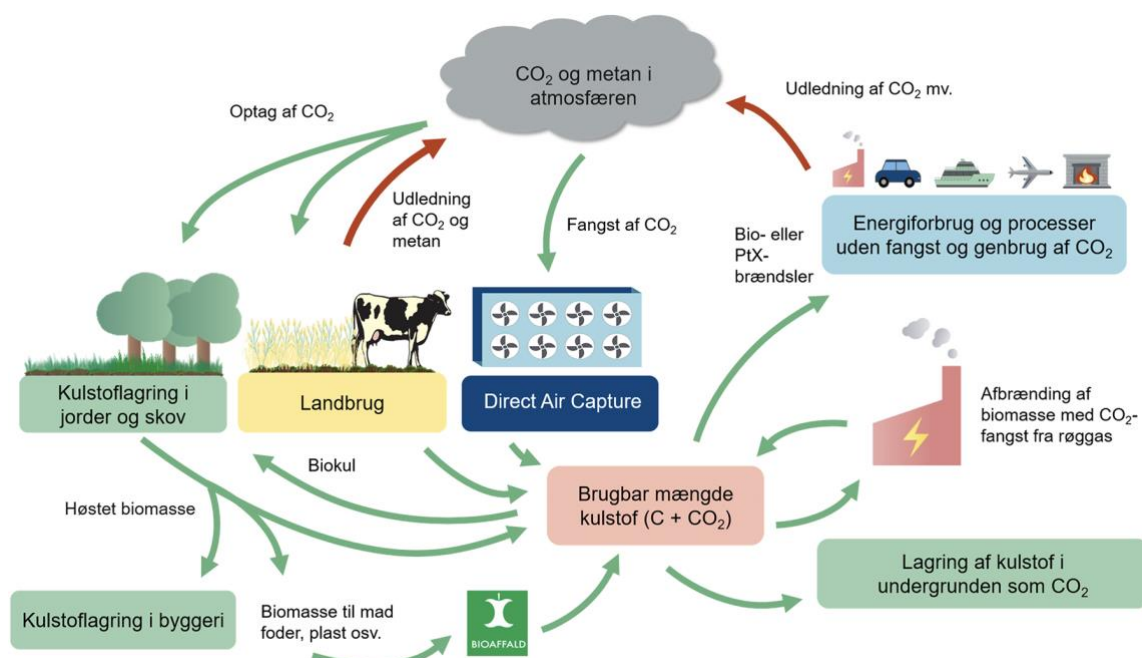
Danmark skal være et klimaneutralt samfund senest i 2050. Klimaloven definerer målet ved, at der ikke udledes flere drivhusgasser, end der optages. Det kaldes nettonuludledning eller bare nettonul. Målet kan nås ved at reducere drivhusgasudledningerne til nul eller ved at øge optaget af CO₂ fra atmosfæren og lagre det, så det ikke slipper ud i atmosfæren igen. Når CO₂ fra atmosfæren optages og lagres, tæller det som såkaldte negative udledninger i Danmarks klimaregnskab.

CO₂ kan optages fra atmosfæren på to forskellige måder. En mulighed er at bruge teknologien Direct Air Capture, forkortet DAC, som potentielt kan blive en meget vigtig løsning. DAC er dog endnu kun realiseret i meget små anlæg rundt om i verden, og den teknologiske risiko er derfor høj.

En anden mulighed er at bruge planter fotosyntese, idet planter og træer optager CO₂ fra atmosfæren, når de vokser. Kulstoffet fra CO₂ lagres direkte i planterne samt i rødder og jord. Lagringen kan øges ved at ændre arealanvendelsen, så der optages og lagres mere kulstof. Det sker fx ved skovrejsning. Alternativt kan biomassen høstes og afbrændes på et anlæg, hvor CO₂ fanges fra røggassen i skorstenen og lagres i undergrunden. Biomassen kan også konverteres til biokul, som kan lagres i jorden på markerne. Endelig kan biomasse i form af fx træ bruges i bygninger, som på den måde også kan udgøre et kulstoflager.

Tilgængelighed af kulstof er centralt for nettonul

Det er afgørende for at kunne nå nettonul, at vi har nok kulstof både til lagring og til produktion af brændstoffer. Figur 3.1 illustrerer kulstoffets rolle i et fossilfrit samfund i 2050. De røde pile illustrerer tilbageværende udledninger af CO₂ og metan. Kulstof fra atmosfæren optages og bliver enten lagret eller anvendt. De grønne kasser viser lagringen af kulstof i jorder og skove, i form af biokul, i bygninger eller i undergrunden. Den lyseblå kasse illustrerer, at nogle anvendelser af kulstof fører til, at kulstoffet igen udledes til atmosfæren. Endelig viser den røde kasse den tilgængelige og brugbare mængde af kulstof til lagring og energi. For at nå nettonul skal mængden af brugbart kulstof være stor nok til at dække både negative udledninger, der kan opveje samtlige restudledninger og behovet for energi til formål, hvor CO₂ ikke opsamles og genanvendes.



Figur 3.1 Kulstoffets rolle i forhold til målet om nettonuludledning

Kilde: Klimarådet.

Negative udledninger er centrale af tre grunde

Som figur 3.1 indikerer, bliver negative udledninger centrale for at opnå nettonulmålet. Det er der især tre grunde til:

- **Overskridelse af kulstofbudget.** Kulstofbudgettet angiver råderummet for, hvor meget CO₂ verden fortsat kan udlede, uden at den globale temperatur overstiger en given grænse. Der er fare for, at verdens lande ikke i tide vil nå at reducere drivhusgasudledningerne tilstrækkeligt til at overholde kulstofbudgettet for 1,5 grader. Overskridelser af budgettet må derfor klares med efterfølgende negative udledninger, hvis den globale opvarmning ved slutningen af dette århundrede skal begrænses til 1,5 grader.
- **Restudledninger som ikke kan undgås.** Der kan være udledninger, som endnu er teknisk set umulige at undgå, og som derfor må opvejes af negative udledninger, hvis Danmark skal nå nettonul.
- **Alternativ til reduktioner.** Negative udledninger kan potentielt i en kortere eller længere periode være billigere end at reducere visse udledninger. Det kan være et argument for at bruge negative udledninger i stedet for reduktionstiltag. Hvad der er billigst, vil dog ofte afhænge af, hvilken periode man ser på.

Dette kapitel retter fokus mod udfordringerne ved at nå nettonul

Dette kapitel beskriver i de følgende seks afsnit udfordringerne ved at nå nettonulmålet.

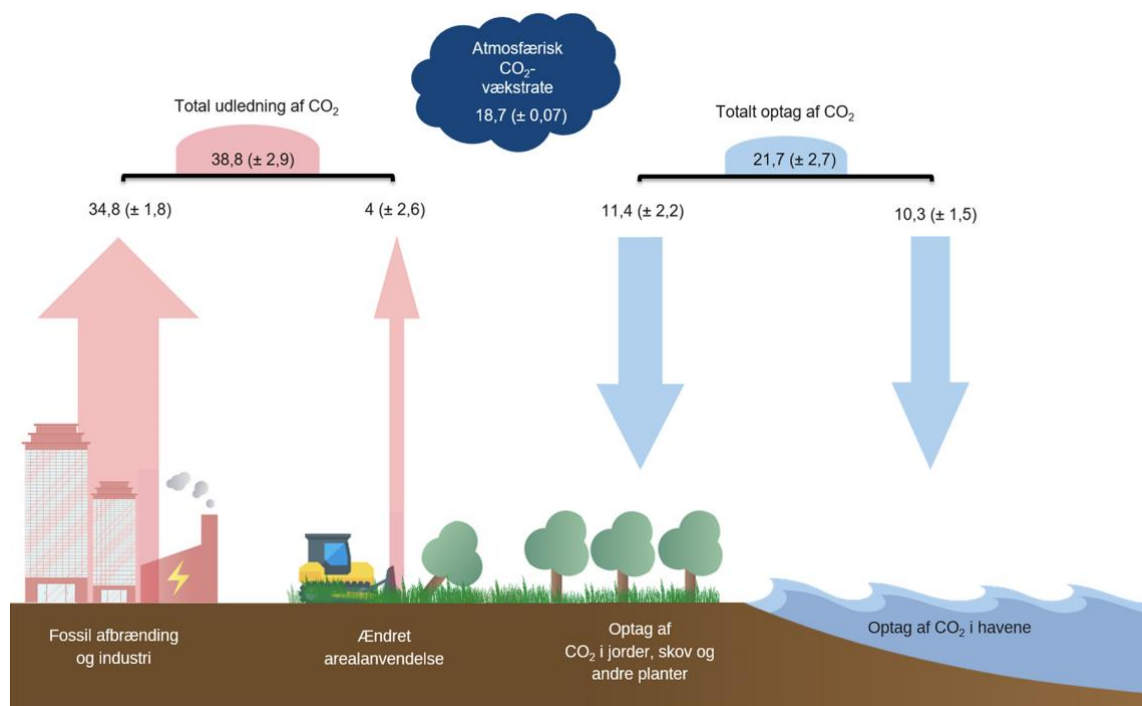
- Afsnit 3.2 ser på nettonul i et globalt perspektiv og beskriver den videnskabelige debat om nettonul.
- Afsnit 3.3 zoomer ind på Danmarks nettomål. Her beskrives de udledninger, der er omfattet af målet, og de udledninger, der også bør tages i betragtning.
- Afsnit 3.4 ser nærmere på, hvor store udledningerne kan tænkes at blive i 2050, og dermed hvor store negative udledninger der kan blive brug for.
- Afsnit 3.5 beskriver de forskellige metoder til negative udledninger, deres fordele og ulemper, og hvilke forhold der bør indgå i en prioritering af dem.
- Afsnit 3.6 beskriver Danmarks nuværende forbrug af bioenergi og diskuterer, hvor meget biomasse der bæredygtigt kan anvendes i 2050. Afsnittet ser desuden på brug af kulstof i scenarier for nettonul, på biomassens klimaaftryk og på mulige punktkilder til CO₂-fangst.
- Afsnit 3.7 samler op med fokus på Danmarks vej til at opfylde nettonulmålet. Det konkluderes, at en robust vej til nettonul indebærer et styrket fokus på at nedbringe tilbageværende udledninger og en nøje prioritering af anvendelsen af kulstof.

3.2 Nettonuludledning i et globalt perspektiv

Menneskeskabte klimaforandringer skabes primært af en stigende koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren, især CO₂. Hvis der tilføres mere CO₂, end der fjernes, øges koncentrationen i atmosfæren, og temperaturen stiger. Nettonul vil sige, at der er balance mellem, hvor mange drivhusgasser der tilføres og fjernes.

Det globale kulstofkredsløb skal igen i balance

Det globale kulstofkredsløb kan illustrere, hvordan der kan skabes balance mellem udledning og optag af CO₂. Figur 3.2 viser menneskers tilførsel af CO₂ til atmosfæren og genoptaget heraf over perioden fra 2011 til 2020. Figuren viser ikke andre drivhusgasser end CO₂.



Figur 3.2 Menneskelige ændringer af det globale kulstofkredsløb i mia. ton CO₂ pr. år i perioden 2011-2020

Anm.: De røde pile er menneskeskabte udledninger af CO₂, de blå er naturlige genoptag af de menneskeskabte udledninger. Figuren indeholder kun CO₂. Enheden er milliarder af ton CO₂ pr. år som gennemsnit i perioden.

Kilde: Friedlingstein m.fl., *Global Carbon Budget*. Earth System Science Data, 2021.

De røde pile i figur 3.2 er et udtryk for den menneskeskabte udledning fra 2011 til 2020. Der er gennemsnitligt udledt 38,8 mia. ton CO₂ om året som følge af menneskets aktiviteter, primært afbrænding af fossile brændstoffer. Heraf bliver 21,7 mia. ton CO₂ om året genoptaget i planter på landjorden via fotosyntese og i havene. Atmosfærens indhold af CO₂ er i perioden øget med 18,7 mia. ton om året i gennemsnit.

Figuren viser kun de CO₂-udledninger, som er forårsaget af mennesker. Den årlige omsætning i planter og jorder er mere end ti gange større end den menneskeskabte udledning. Et kredsløb, hvor udledningerne er større end optaget, kan kun lade sig gøre, fordi Jorden har et lager af kulstof. Kulstoflageret i biomassen og i de øverste jordlag er cirka 300 gange større end den årlige menneskeskabte udledning. Lageret af fossilt kulstof i form af olie og kul i undergrunden er cirka 1.000 gange større.¹

Dyrkning af jorder og fældning af skov fører til en udledning fra ændret arealanvendelse. Men samtidig genererer et øget CO₂-indhold i atmosfæren højere temperaturer og menneskers forvaltning af landarealer genererer et meroptag af CO₂ i jorder, skov og andre planter.² Meroptaget på land er opgjort til 11,4 mia. ton CO₂ om året, som det ses i figur 3.2. Havene står også for et meroptag, som svarer til cirka 10,3 mia. ton CO₂ om året som følge af højere CO₂-indhold i atmosfæren. Disse optag på landjorden og i havene begrænser altså stigningen i atmosfærens CO₂-indhold og dermed den globale temperaturstigning.

Meroptaget sker automatisk som en følge af menneskers udledninger og aktiviteter. Menneskers forvaltning af jorder og skove har betydning for størrelsen af det årlige meroptag på landjorden, og for om CO₂'en fortsætter med at være lagret, eller om biomassen høstes, så det optagne kulstof sendes ud i atmosfæren igen.

Nettonul betyder ikke nødvendigvis, at klimaet ikke påvirkes

For at finde balancepunktet mellem positive og negative udledninger, altså nettonul, skal forskellige drivhusgasser omregnes til samme enhed. FN omregner forskellige drivhusgasser til CO₂-ækvivalenter (CO₂e). Det er praktisk, men det kan føre til forsimplede konklusioner, da gasser har forskellig levetid.

Nogle gasser nedbrydes i atmosfæren over en kort årrække, mens CO₂ kan ophobes i atmosfæren i årtusinder. Selvom Danmark opnår netto-udledning målt i CO₂e, er det ikke nødvendigvis lig med klimaneutralitet i betydningen ingen temperaturpåvirkning. Denne problemstilling beskrives i boks 3.2. Klimarådet vil dog i dette kapitel anvende den konventionelle tilgang til sammenligning af drivhusgasser, nemlig CO₂-ækvivalenter. Samtidig vil Klimarådet omtale det danske 2050-mål som et mål om netto-udledning og ikke et mål om klimaneutralitet, som målet ellers oversættes til i klimaloven.

Boks 3.2 Klimaneutralitet og netto-udledning

I det danske drivhusgasregnskab omregnes forskellige drivhusgasser som fx metan og lattergas til samme enhed. Denne enhed er CO₂-ækvivalenter (CO₂e). Omregningen sker ved brug af det såkaldte global warming potential set over en 100-årig horisont, og den følger praksis i FN. Et ton metan svarer til 28 ton CO₂e, mens et ton lattergas svarer til 265 ton CO₂e.

Omregningen er ikke uproblematisk. Hvor metan har en levetid i atmosfæren på cirka 12 år, bliver CO₂ i atmosfæren i hundreder til tusinder af år. Omvendt har ét ton metan en langt kraftigere klimapåvirkning end et ton CO₂, så længe det befinder sig i atmosfæren. Regner man global warming potential med en 20-årig horisont i stedet for en 100-årig horisont, vil et ton metan svare til 86 ton CO₂e. Disse forskelle betyder, at det i mange sammenhænge er for simpelt at bruge en generel omregningsfaktor, når udledninger af metan og CO₂ skal sammenlignes.

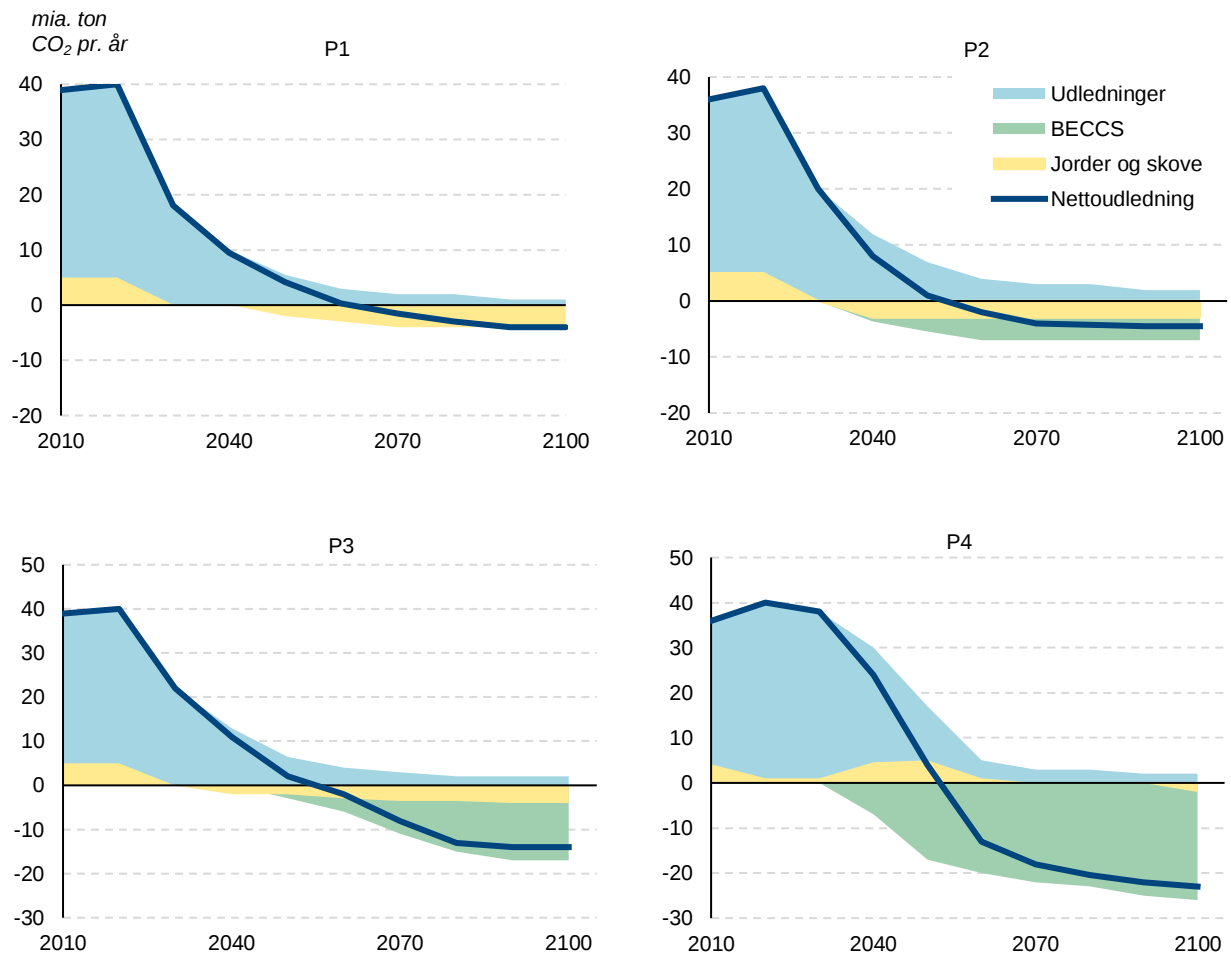
Problematikken kan illustreres i Energistyrelsens scenarier for 2050, som beskrives i afsnit 3.4. I alle scenarierne nås netto-udledning ved, at tilbageværende metanudledninger fra landbruget modsvares af optag af CO₂. Optaget reducerer CO₂-indholdet i atmosfæren og bremser dermed temperaturstigningen. Samtidig reduceres metanudledningen i scenarierne, hvilket også bremser temperaturstigningen. Selvom der stadig udledes metan i 2050, vil koncentrationen af metan af dansk oprindelse i atmosfæren være lavere i 2050 end i 2030. Det skyldes metans korte levetid i atmosfæren.

Det danske netto-udlemål er reelt ikke det samme som klimaneutralitet. Klimaloven sidestiller godt nok de to begreber, men metans korte levetid betyder, at netto-udlemålet reelt kan blive klimanegativt, hvis det nås gennem reduktioner i metanudledning. Betyder det så, at det nuværende danske netto-udlemål i 2050 er for ambitiøst? Nej, det vil ikke være en retvisende konklusion. Der er et behov for markante drivhusgasreduktioner på kort sigt og netto-udledninger omkring midten af dette århundrede, hvis den globale opvarmning skal begrænses til 1,5 grader, som det også fremgår af kapitel 2. Og er man optaget af at bremse temperaturstigningerne på kort sigt, bør metanreduktioner prioriteres. Det er også understreget i den metanaftale, som en række lande, herunder Danmark, indgik under COP26 i Glasgow i november 2021.³

Scenarier fra IPCC viser, at globalt netto-udlemål er nødvendigt i midten af dette århundrede

Parisaftalen indeholder et globalt mål om at skabe balance mellem udledninger og optag af drivhusgasser i anden halvdel af dette århundrede.⁴ For at overholde aftalen har mere end 120 lande eller regioner udmeldt mål om netto-udlemål eller overvejer at gøre det.

FN's klimapanel, IPCC, har opstillet scenarier for, hvordan den globale temperaturstigning kan begrænses til 1,5 grader. Scenarierne viser, at den globale netto-CO₂-udledning skal gå i nul i midten af dette århundrede, og at det derefter vil være nødvendigt med global nettonegativ CO₂-udledning. Figur 3.3 viser fire af IPCC's scenarier. I scenarierne opnås negative udledninger gennem øget kulstofoptag i jorder og skove og især gennem fangst og lagring af CO₂ fra afbrænding af biomasse (BECCS). Verden følger i øjeblikket scenarierne P3 eller P4. I disse to scenarier fylder negative udledninger mest, fordi der ikke sker tilstrækkelige reduktioner i tide, og kulstofbudgettet derfor overskrides.



Figur 3.3 Årlige CO₂-udledninger i IPCC's 1,5-gradersscenarier

Anm. 1: BECCS (Bioenergy Carbon Capture and Storage) angiver fangst af biogen CO₂ fra røggas og lagring af denne i undergrunden. Foruden vis BECCS optages CO₂ i jorder og skove.

Anm. 2: I P1 begrænses forbruget af energi. P2 har højere energiforbrug og mere teknologiudvikling. I P3 fortsætter forbruget i højere grad som hidtil, dog med effektiviseringer. I P4 fører økonomisk vækst til en fortsat udbredelse af en CO₂-intensiv livsstil, herunder stigende transport og forbrug af kød.

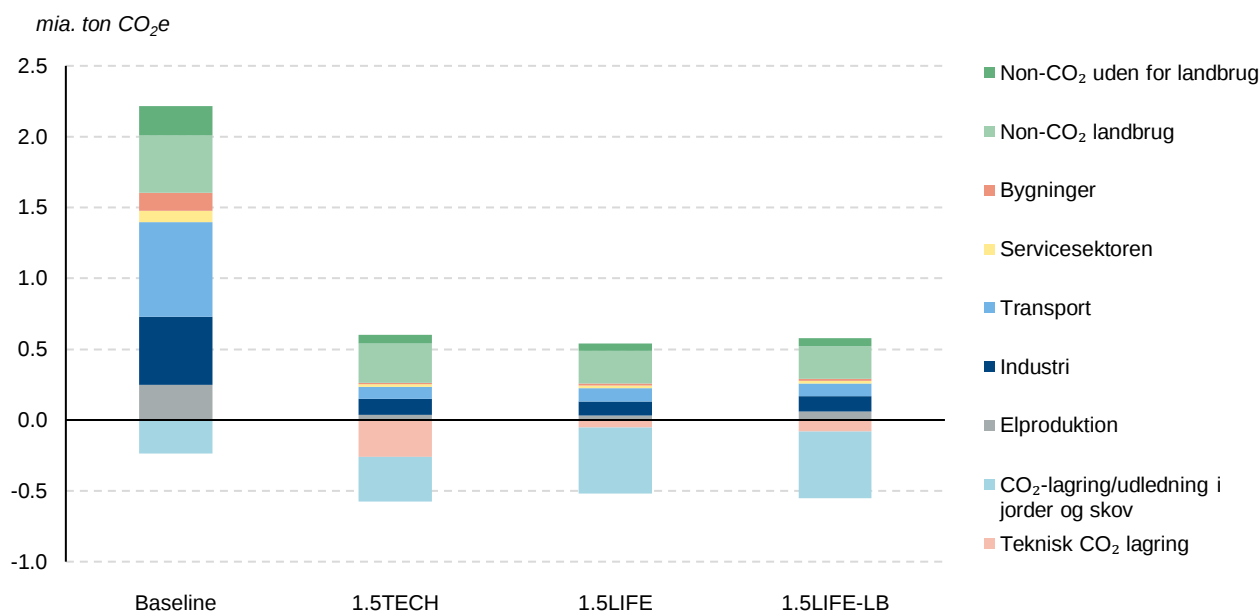
Kilde: IPCC, *Global warming of 1.5 °C*, 2018.

EU's scenarier for nettonul fokuserer mere på optag i jorder og skove end IPCC's

EU-Kommissionen har opstillet scenarier for, hvordan EU kan nå nettonul i 2050. Den seneste analyse vises i figur 3.4. I alle EU-Kommissionens scenarier antages udledningerne i 2050 at falde til cirka en fjerdedel af, hvad de ville være uden yderligere klimapolitik efter 2030. De tilbageværende udledninger stammer primært fra landbrug, men også fra industriens procesudledninger og transport.

EU-Kommissionen forventer, at negative udledninger primært skal opnås gennem CO₂-lagring i jorder og skove, men i ét af scenarierne leverer BECCS cirka halvdelen af de negative udledninger. Naturlige metoder til CO₂-optag i jord og skov fylder således mere i EU-Kommissionens scenarier end i IPCC's.

Samlet set er det nødvendige omfang af negative udledninger stadig til diskussion, ligesom det fortsat diskuteres, hvor stor en rolle de forskellige metoder til negative udledninger skal spille.



Figur 3.4 EU-Kommissionens tre nettonulscenarier for 2050

Anm.: 1.5TECH-scenariet fokuserer mest på tekniske løsninger som CCS, BECCS, elektrobrændstoffer mv. 1.5LIFE har livsstilsændringer, lavere efterspørgsel på drivhusgasintensive produkter og øget optag af CO₂ i jord og skov. 1.5LIFE-LB kombinerer de to øvrige scenarier med lav stigning i brugen af biomasse.

Kilde: EU-Kommissionen, *A clean planet for all*, 2018.

Nettonulmål er genstand for en kritisk videnskabelig debat

Målet om nettonuludledning er genstand for en omfattende videnskabelig debat. Centrale emner i debatten er nødvendigheden af negative udledninger for at nå de langsigtede klimamål og balancen mellem reduktioner og negative udledninger.⁵

Nogle forskere påpeger, at mange landes nettonulmål stadig er omgærdet af uklarhed. Uklarheden gælder både, hvordan målene er defineret og vejen til at nå dem. En fremherskende kritik er, at mange landes kortsigtede klimamål er for uambitiøse til at sandsynliggøre, at landene kan opfylde deres nettonulmål på længere sigt, hvilket også fremgår af kapitel 2.⁶

Langsigtede mål om nettonul kan forekomme politisk attraktive frem for kortsigtede reduktionsmål. Nettonulmål rummer en mulighed for at undgå besværlige reduktioner på kort sigt med henvisning til, at problemet kan løses ved at suge CO₂ ud af atmosfæren senere. Visse forskere advarer om, at nettonulmål og negative udledninger i værste fald kan tage opmærksomhed væk fra de reduktioner, der er nødvendige inden 2030.⁷ Forskerne kalder nettonulmål en fælde, som legitimerer en brænd af nu – betal senere-strategi, som giver byrden videre til fremtidige generationer.⁸

Andre forskere advarer om, at der ikke er bæredygtig biomasse nok til det omfang af BECCS, der forudsættes i IPCC's scenarier. Scenarierne kræver, at 0,2-7,2 mio. kvadratkilometer areal afsættes til at dyrke energiafgrøder. 7,2 mio. kvadratkilometer er mere end det dobbelte af Indiens areal.⁹

Andre igen advarer om, at de forventede teknologier til negative udledninger stadig er så umodne og usikre, at løfter om langsigtet nettonul uden tilstrækkelig handling på kort sigt kan betyde, at Parisaftalens temperaturmål for altid forbliver uden for rækkevidde.¹⁰ En forsker kalder teknologierne til negative udledninger for sociotekniske forestillinger, som får momentum, selvom de ikke findes eller er teknisk færdigudviklede, fordi de tilsyneladende leverer svar på et kollektivt behov. Han advarer om, at det kan have sikkerhedspolitiske konsekvenser, hvis de rige lande bruger teknologierne for at kunne bevare deres egen livsstil på bekostning af livsbetingelser i ulandene.¹¹

Den videnskabelige debat peger på et dilemma. Der er på den ene side brug for negative udledninger, da meget tyder på, at verden ikke kan begrænse temperaturstigningen til 1,5 grader alene ved at reducere udledningerne. På den anden side er der også risici ved at satse for ensidigt på at nå klimamål via negative udledninger. Det har ført til forslag om at erstatte det overordnede nettonulmål, der tillader store udledninger, blot de ledsages af store negative udledninger, med to mål: et reduktionsmål og et supplerende mål for mængden af negative udledninger.¹²

3.3 Nettonuludledning i en dansk kontekst

Det danske mål har ikke alle klimapåvirkninger med

Det danske mål om nettonuludledning vedrører kun de udledninger, der indgår i det danske klimaregnskab. Men mange udledninger, som Danmark også har et medansvar for, indgår ikke i dette regnskab. Det drejer sig især om disse fire klimapåvirkninger:

- Udledninger fra international luft- og skibsfart
- Kondensstriber fra fly
- Udledninger i udlandet fra dansk forbrug
- CO₂-aftryk fra biomasse.

De fire klimapåvirkninger er meget betydelige. Udledningerne fra udenrigstransport med fly og skibe, som tankere i danske havne og lufthavne, blev i Energistyrelsens globale afrapportering 2021 opgjort til cirka 5 mio. ton CO₂e.¹³ Udledningen fra dansk opererede skibe i udlandet blev opgjort til 38 mio. ton CO₂e, mens udledninger forårsaget af dansk forbrug blev opgjort til 61 mio. ton CO₂e. Hertil kommer klimaaftrykket fra kondensstriber, som den globale afrapportering vurderede til mellem 1,7 og 3 gange klimapåvirkningen fra flyenes CO₂-udledning, hvilket svarer til 4-9 mio. ton CO₂. Det reelle klimaaftryk fra brug af biomasse er ikke opgjort i den globale afrapportering. Til sammenligning var de danske udledninger, som er omfattet af vores reduktionsmål, 47 mio. ton i 2019.

International luft- og skibsfart bør indgå i planlægningen mod nettonul

I dag har ingen af verdens lande ansvar for udledningerne fra international skibs- og luftfart. Det fastslår FN's regler. I stedet søges disse udledninger håndteret gennem de respektive FN-organisationer, ICAO for luftfart og IMO for skibsfart. Medlemmerne af disse organisationer har efter 20 års forsøg kun kunnet enes om ret begrænsede klimatiltag, blandt andet på grund af krav om enstemmighed.

Verden vil være nødt at inddrage skibe og fly for at nå de globale klimamål i 2050. Det taler for, at verdens lande, herunder Danmark, bør tage ansvar for deres andel af udledningerne i de to sektorer. Visse dele af luftfartens klimapåvirkning vil næppe kunne fjernes, og dermed skal den kompenseres af negative udledninger, som kræver lagring på nationalstaters territorium. Dette ansvar kan løftes ved at inkludere sektorerne i nettonulmålet eller ved på anden måde at tage højde for dem i planlægningen mod målet.

Danmarks andel af international skibs- og luftfart er i princippet den del, der knytter sig til transport af varer og passagerer til og fra Danmark, således at halvdelen af denne transport tilregnes Danmark. Danske flypassagerer foretager ofte omstigninger i andre europæiske lufthavne, ligesom containere fra Danmark omlades i andre europæiske havne. Mængden af brændstof til international transport, som tankes i Danmark, kan dog bruges til at opføre Danmarks andel af udledningerne fra international transport, indtil der eventuelt er opnået enighed om en anden opgørelsesmetode. Danmarks andel betegnes i det følgende som udenrigstransporten.

Storbritannien har valgt at medregne udenrigstransport med skibe og fly i sit nettonulmål. Landet opgør dette ud fra den mængde brændstof, der tankes i landet.¹⁴ Den engelske regering forventer, at udledninger fra udenrigstransport med skibe og fly vil udgøre knap halvdelen af landets udledninger i 2050. Den danske energistatistik opgør Danmarks udenrigstransport på samme måde som England, selvom den tankede mængde ikke altid afspejler Danmarks andel præcist.

Dansk opererede skibe i udlandet kan sejle varer til og fra udenlandske destinationer, fx fra Kina til USA. I det omfang denne transport er afledt af disse landes transportefterspørgsel, bør udledningerne herfra tilregnes disse lande. Danmark bør dog, blandt andet i internationale fora, arbejde for, at sådanne udledninger reduceres, idet

Danmark som en betydelig søfartsnation med store rederier har et medansvar for udledningerne fra denne værdikæde. Men udledningerne fra disse skibe kan næppe meningsfuldt indgå i et dansk territorielt nettonulmål.

Klimarådet opfordrer regeringen til at arbejde for, at Danmark allerede nu inddrager udenrigstransport med skibe og fly i planlægningen af, hvordan nettonulmålet opfyldes i 2050. Metoden til at opgøre udledninger fra udenrigstransport vil i den forbindelse skulle præciseres nærmere.

Kondensstriber fra fly bør også inddrages

Fly giver anledning til flere forskellige klimapåvirkninger. Fly udleder CO₂ fra afbrænding af brændstof i jetmotoren. Men fly udleder også vanddamp, som giver synlige, hvide striber på himlen, når der flyves i stor højde. Endelig udleder fly NO_x og sod, som også har en opvarmende effekt. Klimapåvirkningen fra fly, som ikke skyldes CO₂, kaldes i det følgende for klimaeffekten af kondensstriber. Kondensstriber har især betydning, når fly flyver i over 8.000 meters højde.¹⁵

Trods stor usikkerhed synes der at være videnskabelig enighed om, at klimaeffekten af kondensstriber er betydelig.¹⁶ Effekten forsvinder efter få timer eller få uger, men så længe den globale flytrafik foregår uændret, bliver effekten ved med at være til stede. Kondensstriber vil blive væsentlige for det danske klimaregnskab, hvis international luftfart inddrages i klimaregnskabet.

Den fremtidige klimaeffekt af kondensstriber afhænger af, hvilke drivmidler flyene omstilles til samt øvrige forhold som fx flyvehøjden. Brug af brint vil formentlig kunne reducere klimaeffekten af kondensstriber betydeligt. Det gælder i mindre grad også omstilling til biobaseret eller syntetisk jet fuel.¹⁷ Kondensstriber kan desuden begrænses ved at flyve i lavere højde og undgå ismættede luftlag.

Danmark bør inddrage klimapåvirkningen fra kondensstriber fra indenrigs- og udenrigsluftfart i planlægningen af, hvordan nettonulmål opfyldes i 2050.

Udledninger i andre lande kan vanskeligt indgå i Danmarks territoriale nettonulmål

Danmarks nettonulmål har fokus på udledninger fra dansk territorium. Det betyder, at de danske klimamål ser bort fra klimapåvirkningen i udlandet afledt af dansk forbrug eller produktion. Disse udledninger, som finder sted på andre landes territorier og indgår i andre landes klimamål, kan ikke medtages i Danmarks nettonulmål uden at medføre dobbelttælling. Desuden har Danmark kun begrænsede muligheder for direkte at reducere udledninger i andre lande.

Klimarådet vurderer, at udledninger i andre lande, som er afledt af dansk forbrug, ikke meningsfuldt kan medregnes i et territorielt nettonulmål. Når det gælder om at reducere klimapåvirkningen fra Danmarks forbrug af importerede varer, skal der derfor andre klimapolitiske redskaber til.

Der bør tages højde for, at biomasse ikke altid retvisende kan regnes for CO₂-neutral

Når biomasse afbrændes, dannes CO₂, som udledes til atmosfæren. Denne udledning finder fysisk set sted på Danmarks territorium, men den sættes til nul i Danmarks klimaregnskab. CO₂ fra afbrænding af biomasse indgår således ikke som udledninger fra energianvendelse i regnskabet. Dette skyldes, at biomassen enten antages at være CO₂-neutral, eller at eventuelle udledninger antages medregnet i oprindelseslandets klimaregnskab for arealanvendelse og skov (LULUCF). Som det forklares i afsnit 3.5, garanterer den nuværende regulering dog ikke, at CO₂-udledning fra al biomasse retvisende kan sættes til nul.

Klimarådet vurderer, at der i planlægningen af hvordan nettonulmålet skal nås, bør tages højde for, at afbrænding af biomasse ikke i alle situationer retvisende kan antages at have nuludledning. Hvis biomassen kommer fra udlandet er denne tilgang i modstrid med princippet om kun at se på territoriale udledninger. Ikke desto mindre er der for lige netop afbrænding af biomasse en tæt regnskabsmæssig kobling mellem forbrug og produktion. Derfor vurderer Klimarådet, at det er nødvendigt at tage biomassens klimaaftryk i betragtning for de territoriale mål. Dette uddybes nærmere i afsnit 3.5 og 3.6.

3.4 Danske udledninger i 2050

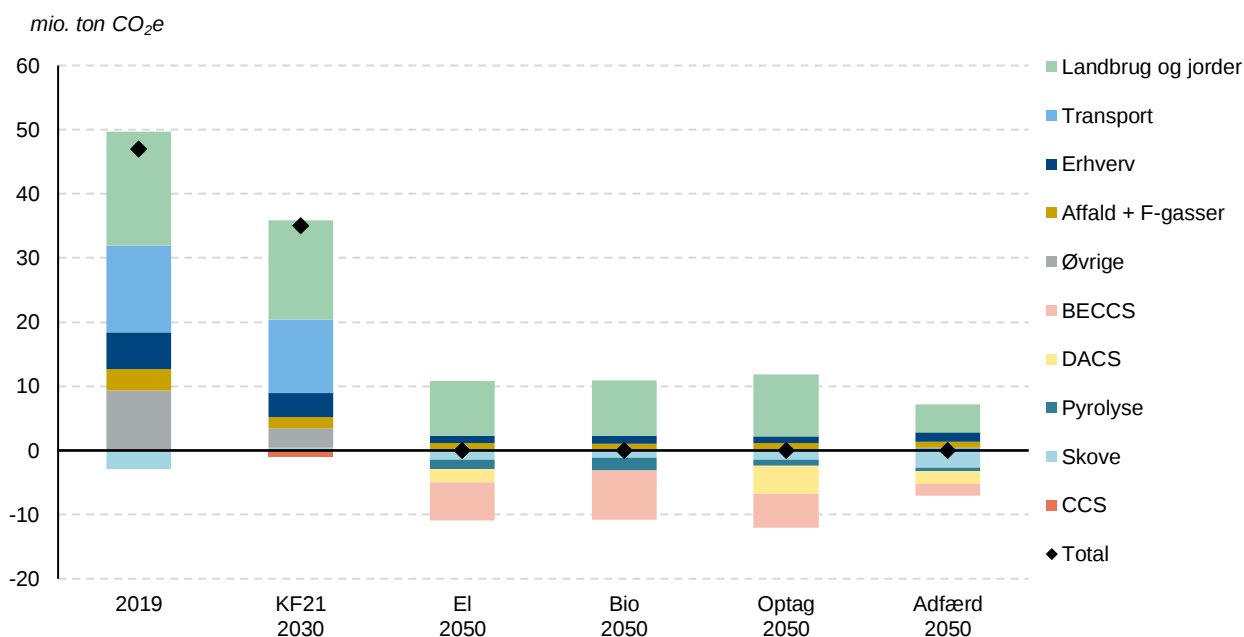
Omfanget af de tilbageværende udledninger i 2050 afgør behovet for negative udledninger og dermed behovet for kulstof til lagring. Det er derfor et helt centralt spørgsmål, hvor langt udledningerne af drivhusgasser kan bringes ned. Dette afsnit beskriver de forventede restudledninger i 2050, og hvordan de kan minimeres.

Energistyrelsen har fire bud på, hvordan nettonul kan nås i 2050

Energistyrelsen har fremlagt fire scenarier for nettonul, som giver et første bud på balancen mellem positive og negative udledninger i 2050. Scenarierne blev fremlagt i forbindelse med *Klimaprogram 2021*, og de er lavet i henhold til klimalovens og dermed FN's regnemetoder.¹⁸ Alle scenarier forudsætter, at vind- og solenergi udbygges, så energiforbruget i høj grad dækkes med elektricitet, mens fossil energi stort set udfases.

Energistyrelsens scenarier indeholder hverken udenrigstransport med skibe og fly eller kondensstriber. Figur 3.5 viser de fire scenarier sammenholdt med Danmarks udledning i 2019 og den forventede udledning i 2030 ifølge *Klimastatus og -fremskrivning 2021*. De fire scenarier er:

- **El.** Udpræget direkte elektrificering og stor anvendelse af elektrobrændstoffer.
- **Bio.** Stor anvendelse af biomasse, biobrændstoffer og pyrolyse.
- **Optag.** Stor anvendelse af Direct Air Capture (DAC).
- **Adfærd.** Skift mod klimavenlig adfærd inden for husholdninger, transport, erhverv, affald samt forbrug og produktion af fødevarer. Skovrejsning på større arealer.



Figur 3.5 Energistyrelsens scenarier for nettonul i 2050

Kilde: Baggrundsmateriale til *Klimaprogram 2021*.

Danmark antages at udlede mellem 7 og 12 mio. ton CO₂e i 2050

Energistyrelsens scenarier giver overblik over, hvilke udledninger der kan være tilbage i 2050. Tre af scenarierne har udledninger på 10-12 mio. ton CO₂e, mens udledningerne i adfærdsscenariet er reduceret til cirka 7 mio. ton. I adfærdsscenariet antages det, at landbrugsproduktionen ændres i plantebaseret retning, hvilket forudsætter en adfærdsændring i Danmark og væsentligt også en ændret eksport. Energistyrelsen belyser ikke, hvordan en sådan adfærdsændring ville kunne finde sted. I alle fire scenarier kommer de tilbageværende udledninger især fra landbrug, affald og erhverv. Disse sektorer gennemgås i det følgende.

Landbrug

Landbruget er kilde til cirka 80 pct. af udledningerne i tre af scenarierne og cirka 60 pct. i adfærdsscenariet. Der er især tale om metan og lattergas fra husdyr og marker samt CO₂-udledninger fra dræning af kulstofrige lavbundsjorder. Landbruget udleder mellem 8,5 og 9,7 mio. ton pr. år i el-, bio- og optagsscenariet. I adfærdsscenariet reduceres landbrugets udledning til 4,3 mio. ton som følge af produktionsomlægning.

Potentielt kan landbrugets udledninger reduceres endnu mere med tekniske tiltag. En række danske forskere har på et overordnet niveau vurderet, at det med en betydelig forskningsindsats vil være muligt at bevare den nuværende animalske produktion og samtidig reducere udledningerne fra landbruget med cirka tre fjerdedele.¹⁹ Det vil svare til en udledning på kun 4,3 mio. ton i 2050.

Generelt kan omlægning til plantebaseret produktion reducere udledningerne fra landbruget betydeligt. Danmark og mange udviklede lande har traditionelt fået en stor del af proteinbehovet dækket via kød, mælk og andre animalske produkter. Animalske fødevarer har en stor klimabelastning på grund af metanudledning fra dyrene og arealforbrug til foderproduktion. Plantebaserede kødalternativer kan produceres med et arealforbrug på ned til 6 pct. og med en drivhusgasudledning på ned til 13 pct. set i forhold til produktion af animalsk kød.²⁰ Laboratorie-baseret kød kræver også langt mindre areal og udleder færre drivhusgasser end produktion af animalsk kød. Frigiorte arealer vil i princippet kunne anvendes til skov, energiafgrøder og/eller biodiversitet, men de vil også kunne bruges til øget eller anden produktion. Afhængig af, hvilken arealanvendelse der er tale om, kan det øge udledningerne.

Affald og F-gasser

Energistyrelsen forventer også restudledninger fra affald og F-gasser i 2050. Det kan være udledninger fra forbrænding af plastaffald, kompostering, gamle lossepladser og spildevandsanlæg samt metantab fra biogasanlæg. F-gasser er fluorholdige gasser, som blandt andet bruges i køleanlæg, varmepumper og koblingsanlæg til højspændingsnettet. I Energistyrelsens scenarier forventes udledninger fra affald og F-gasser at falde fra 3,3 mio. ton i 2019 til 1 mio. ton i 2050. Teknisk set er det muligt at begrænse udledningerne i denne kategori yderligere med kendte teknologier. Det kunne være regulering af biogaslækager, grænseværdier for lattergasudledning fra spildevand, højere afgifter på F-gasser samt reduktion af udledninger fra gamle lossepladser.²¹

Erhverv

Udledningerne i denne kategori stammer fra resterende fossilt energiforbrug i fremstillingserhverv samt procesudledninger ved fx cementproduktion. I Energistyrelsens scenarier ventes udledningerne fra erhverv at falde fra knap 5 mio. ton CO₂e i 2019 til under 1,5 mio. ton i 2050. Udledningerne ville formentlig kunne reduceres yderligere ved at anvende andre processer eller råstoffer til fremstilling af cement og tegl eller ved mere omfattende og effektiv fangst og lagring af CO₂, fx via oxyfuel combustion.²²

Restudledningerne er usikre, men kan sandsynligvis bringes længere ned

Der er samlet set betydelig usikkerhed om mulighederne for at reducere udledningerne frem mod 2050. Det viser andre landes analyser af vejen mod nettonul også.²³ Det skyldes blandt andet, at der særligt i landbrugssektoren har været et historisk fravær af reduktionskrav og incitamenter. Derudover har der kun været en beskedent forskningsindsats. Da der derfor er begrænsede erfaringer med reduktionstiltag, mangler der også viden om omkostningerne ved at reducere udledningerne. Energistyrelsens teknologikatalog rummer fx en del beskrivelser af teknologier til at opnå negative udledninger, men ingen beskrivelser af reduktionsteknologier for de vigtigste restudledninger og deres omkostninger.

Diskussionen ovenfor viser dog, at det med den rette prioritering af indsatsen vil være muligt at nedbringe udledningerne til et lavere niveau end de 7-12 mio. ton CO₂e, som Energistyrelsens scenarier lægger op til.

3.5 Metoder til negative udledninger

Der findes flere forskellige metoder til at optage og lagre CO₂ og dermed opnå negative udledninger. For at kunne finde en optimal balance mellem reduktioner og negative udledninger er det nødvendigt at kende til disse metoder og deres omkostninger og konsekvenser. I det følgende præsenteres fire metoder til at skabe negative udledninger:

skovrejsning og arealforvaltning, CCS og BECCS, pyrolyse samt DAC. Fælles for alle metoderne er, at de fjerner CO₂ fra atmosfæren, hvorefter det lagres som kulstof i ren form eller som CO₂.

Skovrejsning og arealforvaltning kan øge kulstoflagring i planter og jorder

Det er muligt at binde ekstra kulstof på et areal ved at anvende arealet anderledes, fx ved at rejse skov. Skove har set i forhold til étårige energiafgrøder som fx majs og roer et større og mere permanent lager af kulstof.

Der bindes i gennemsnit 10 ton CO₂e årligt pr. hektar i træer og jordbund i de første cirka 100 år af en skovs liv.²⁴ De første 10-20 år vokser skoven langsomt og optager derfor begrænsede mængder CO₂. Derefter tiltager væksten og dermed CO₂-optaget. Hvis skoven efterlades urørt i mange år, aftager optaget i træerne igen på lang sigt. Skov dækker 14,5 pct. af Danmarks areal, og der forventes årligt rejst mindst 1.900 hektar ny skov frem til 2050.

I en produktionsskov afhænger kulstofoptaget af træarter og skovdrift. Det gennemsnitlige kulstoflager kan fx øges, hvis træerne får lov at blive ældre, inden de fældes, eller hvis der blandt de blivende træer plantes hurtigt voksende midlertidige træer, såkaldte ammetræer. Hvor meget af det optagne kulstof, der forbliver lagret, afhænger af blandt andet af hugsten og af anvendelsen af de høstede træprodukter. Hvis den høstede biomasse afbrændes, vil den bundne CO₂ blive frigivet igen. Hvis en produktionsskov leverer materialer til byggeri, kan det erstatte mere energikrævende materialer, fx cement eller stenuld. Både lagring af CO₂ i skov og i træmaterialer repræsenterer negative udledninger, så længe lagrene øges. Når træprodukternes levetid er ovre, og de afbrændes som affald, vil kulstoffet blive frigivet igen i form af CO₂. Den klimamæssige værdi af træprodukter ligger dels i en forsinkelse af udledninger og dels i et større permanent lager.

Skovrejsning har positive miljøeffekter i form af mindre forbrug af pesticider og typisk mindre udvaskning af kvælstof, end hvis arealet anvendes til landbrug. Skove har også en høj rekreativ værdi og bidrager positivt til grundvandsdannelse. På lang sigt kan skovrejsning også have positive effekter for biodiversiteten. Det afhænger dog af, hvad der tidligere var på arealet, hvordan skovrejsning gennemføres, og hvordan skoven drives.

Hvis der anvendes landbrugsjord til skovrejsning kan de landbrugsafgrøder, der før blev dyrket på arealet, i et vist omfang flytte hen på andre arealer i en globaliseret verden. I værste fald kan skovrejsning ét sted medføre skovrydning et andet sted. Disse indirekte effekter kan således medføre kulstoflækage.

Regeringens *Klimaprogram 2021* regner med samfundsøkonomiske omkostninger på 230-1.080 kr. pr. ton CO₂ for henholdsvis støtte til privat skovrejsning og statslig skovrejsning i Danmark. Tallene medregner ikke værdien af eventuelle af sideeffekter.²⁵ Disse priser gælder for et begrænset areal. Kigger man på de langsigtede globale prisestimer, lyder de på 0-320 kr. pr. ton CO₂ i 2050 for skovrejsning som metode til negative udledninger.²⁶ Såvel prisen som potentialet for skovrejsning afhænger af, hvilke arealer der bliver anvendt til formålet, og hvordan skovrejsningen og dyrkningen gennemføres. Hvis der bruges større jordarealer, herunder værdifuld landbrugsjord, vil prisen være højere.

Der er potentiale for øget lagring af kulstof i naturområder ved fx at lægge skov urørt, udtage tørvejorder fra drift og genetablere natur. Sådanne tiltag kan både gavne biodiversitet og klima. Det forventes, at flere områder i fremtiden vil blive afsat til natur og urørt skov blandt andet som følge af EU's biodiversitetsstrategi for 2030, der har som mål, at 30 pct. af både land- og havområder skal være beskyttede naturområder.²⁷ I Danmark er 75 pct. af statsskovene for nylig blevet afsat til urørt skov. Urørt skov vil have en nettooptag af CO₂ i mindst 200 år og vil udgøre et permanent kulstoflager, med mindre der indtræffer skovbrande eller lignende.²⁸ På verdensplan er 34 pct. af skovarealet uforvaltet naturskov, 7 pct. er plantede skove, mens resten er seminaturlige forvaltede skove.²⁹

CCS og BECCS kan fange CO₂ fra røggas

Der udledes CO₂, både når der afbrændes fossile brændsler, og når der afbrændes biomasse. I begge tilfælde kan CO₂ fanges fra røggassen fra forbrændingen. CCS eller Carbon Capture and Storage er fangst af CO₂ fra røggas efterfulgt af lagring af CO₂'en i undergrunden. Betegnelsen CCS bruges typisk ved fangst af CO₂ fra brug af fossile brændsler. Bioenergy Carbon Capture and Storage eller BECCS betegner fangst af CO₂ fra afbrænding af biomasse, såkaldt biogen CO₂. Da biomasse regnes for at have nuludledning vil lagring af biogen CO₂ kunne bogføres som en negativ udledning i klimaregnskabet. Visse anlæg til fangst af CO₂ fra røggas er kommercielt tilgængelige, men der er fortsat teknologiske udfordringer især med lagringen af CO₂ i undergrunden.³⁰

Kilder til CCS i 2050 kan være industrivirksomheder, der stadig bruger fossil energi eller procesudledninger fra fx cementproduktion. CCS baseret på fossile udledninger giver ikke negative udledninger, men i bedste fald nuludledning, hvis al CO₂ opfanges og lagres. Det skyldes, at CO₂ fra afbrænding af fossile brændsler tæller med i det nationale klimaregnskab. I Energistyrelsens scenarier for 2050 er fossil energi dog stort set udfaset.

Kilder til BECCS kan være biogasanlæg, affaldsforbrændinger, biomassefyrede kraftvarmeværker og biomassefyrede industrielle anlæg. Når biogas opgraderes til metan, separeres CO₂ ud af gassen, og der er i biogas en højere koncentration af CO₂ end i røggas. Biogasopgradering er derfor en billigere kilde til CO₂ end nye anlæg til fangst fra røggas.³¹ Danmark har i dag et højt forbrug af biomasse i energisystemet og derfor et stort potentiale for BECCS på kort sigt. På længere sigt afhænger potentialet for BECCS både af antallet af egnede punktkilder og af forbruget af biomasse til energi. Punktkilderne beskrives nærmere i afsnit 3.6.

Regeringens *Klimaprogram 2021* regner med en samfundsøkonomisk pris på 900-1.800 kr. pr. ton CO₂ for støtte til fangst og lagring af CO₂ fra røggas, under forudsætning af at CO₂-kilderne eksisterer i forvejen.³² Energistyrelsens teknologikatalog angiver priser for CO₂-fangst på eksisterende anlæg med 4.000 årlige driftstimer og 25 års levetid på 1.020 kr. pr. ton CO₂e i 2020 faldende til 780 kr. i 2050.³³ Disse tal er inklusive en omkostning til transport og lagring på 300 kr. pr. ton CO₂e.

Internationale forventninger til prisen i 2050 lyder på mellem 650 og 1.300 kr. pr. ton CO₂.³⁴ Økonomien i BECCS afhænger især af, om CO₂-kilden findes i forvejen, således at der ikke skal investeres i forbrændingsanlæg og betales for biomassen specifikt med BECCS for øje. Derudover afhænger økonomien af en række andre forhold såsom anlæggets størrelse, antal årlige driftstimer, kildens CO₂-koncentration samt adgang til et fjernvarmenet, hvor overskudsvarme fra fangstprocessen kan afsættes.

Pyrolyse kan omdanne biomasse til biokul

Pyrolyse er en proces, hvor organisk materiale opvarmes til høje temperaturer uden ilt. På den måde omdannes biomassen til gas, olie og biokul. Biokullet kan herefter nedpløjes i jorden, hvor kulstoffet kan forblive i flere hundrede år uden at blive nedbrudt og dermed skabe negative udledninger.³⁵ Biokul kan samtidig have jordforbedrende egenskaber.³⁶ Den frigivne olie og gas kan anvendes til energiformål og dermed potentielt fortrænge fossile brændsler og reducere udledning af fossil CO₂.

Mange forskellige biomassetyper, fx træ og halm, kan pyrolyseres. Det samme kan våde biomassetyper som husdyrgødning og spildevandsslam. Pyrolyseanlæg kan skifte mellem forskellige typer input og må generelt forventes at bruge de billigste ressourcer relativt til outputtet. I Danmark er der demonstrationsprojekter på vej, hvor inputmaterialet forventes at være afgasset biomasse fra biogasanlæg, halm og spildevandsslam.

Potentialet for pyrolyse i Danmark afhænger af, hvor store mængder af biomasse der er til rådighed. Danmark producerer cirka 6 mio. ton halm om året, hvoraf cirka 4 mio. ton i dag ikke anvendes til fyring eller foder, men i stedet typisk nedmuldes. Et ton halm indeholder 440 kg kulstof, hvoraf cirka 42 pct. kan blive til biokul, hvis halmen pyrolyseres, mens resten bliver til gas, olie eller procesvarme. Pyrolysering af 4 mio. ton halm kan derfor give cirka 0,7 mio. ton biokul. Denne mængde svarer til 2,5 mio. ton CO₂. En mindre del af det kulstof, der bliver til biokul, ville også være blevet lagret i et par årtier, hvis halmen alternativt var blevet nedmuldet.

Prisen for lagring af CO₂ via pyrolyse afhænger af, hvilken pris der kan opnås ved salg af olie- og gasfraktionen. Den afhænger også af, om biokul har en værdi som jordforbedringsmiddel. *Klimaprogram 2021* angiver samfundsøkonomiske omkostninger på 500-1.500 kr. pr. ton CO₂ for pyrolyse. Prisen i 2050 er meget usikker, men forventes at ligge i spændet 280-780 kr. pr. ton CO₂.³⁷

Pyrolyseteknologien er stadig i demonstrationsfasen, og den teknologiske risiko må stadig anses for høj. En bekymring ved teknologien har været, om der kunne være risiko for giftige stoffer i biokullet. Dette ser ud til at kunne undgås via proces- og temperaturstyring.³⁸ Der bør dog sikres tilstrækkelig kontrol heraf, og de jordforbedrende egenskaber bør dokumenteres. Som med anden biomasse gælder, at lagring af biokul kun retvisende kan medregnes fuldt ud som negative udledninger, hvis inputtet er CO₂-neutralt.

DAC kan fange CO₂ direkte fra atmosfæren

Direct Air Capture (DAC) er en teknologi, der fanger CO₂ direkte fra atmosfæren. Når den fangede CO₂ bruges til lagring i undergrunden kaldes teknologien DACCS. DACCS er interessant, fordi teknologien giver mulighed for negative udledninger uden brug af biomasse – modsat BECCS og pyrolyse. Det er særligt interessant, da areal er en begrænset ressource, og da BECCS vil kræve store arealer til at skaffe det nødvendige input af biomasse.

Fremtidsudsigterne for DAC er meget usikre, fordi teknologien endnu ikke er afprøvet i stor skala. Energistyrelsen har af samme grund afstået fra at angive et potentiale for anvendelse af DAC frem mod 2030.³⁹ Det største anlæg til dato findes på Island og fanger 4.000 ton CO₂ om året. Det er en yderst beskeden mængde, set i forhold til at Danmark mangler at reducere udledningen med 10 mio. ton CO₂ om året i 2030.

DAC er samtidig særdeles energikrævende. Da koncentrationen af CO₂ i ren luft er meget mindre end i røggasser, kræver det betydelig mere energi at fange CO₂ med DAC end med CO₂-fangst fra røggasser.⁴⁰ Hvis varmen til brug for DAC leveres af en varmepumpe, forventes fangst af 5 mio. ton CO₂ pr. år i 2050 at kræve én havvindmøllepark på 0,9 GW. Det vil kræve et areal på 2-10 hektar til selve DAC-anlægget samt et areal til havvindmølleparken på cirka 38 km². I stedet for havvindmølleparken kan strømmen leveres af et solcelleanlæg på 2,6 GW. Det vil kræve 4.505 hektar, hvilket svarer til cirka to gange arealet af øen Anholt.

Klimaprogram 2021 angiver samfundsøkonomiske omkostninger på 2.600-4.400 kr. pr. ton CO₂ for støtte til DAC i storskala. Den samlede omkostning til fangst, transport og lagring med DAC forventes i 2050 med udgangspunkt i Energistyrelsens teknologikatalog at være cirka 1.000-1.800 kr. pr. ton CO₂. Men estimerterne er meget usikre og afhænger blandt andet af:

- Generelle investeringsomkostninger
- Varme- og elpris, herunder adgang til overskudsvarme
- Driftstimer og driftsmønster
- Stordriftsfordele
- Transport- og lageromkostninger.

DACCS vil altså formentlig være dyrere end BECCS, og den teknologiske risiko må anses for høj.

Der bør ske en prioritering af metoder til negative udledninger

Metoderne til negative udledninger er meget forskellige. De har forskellige tidsperspektiver, omkostninger, risici, areal- og energiforbrug samt forskellige positive og negative sideeffekter. Tabel 3.1 sammenligner metoderne på udvalgte parametre, hvor fordelene angives med plus og ulemperne angives ved minus.

Metoder til negative udledninger bør prioriteres ud fra hensyn til både priser, sideeffekter og risici. De forskellige karakteristika gør det relevant med en politisk prioritering mellem metoderne. Prisen pr. lagret ton CO₂ vil ikke i sig selv afspejle værdien af de positive eller negative sideeffekter. Man bør derfor supplere et eventuelt tilskud til lagring med incitamenter, som sikrer inddragelse af sideeffekterne. Den teknologiske risiko gør det relevant at satse på flere metoder i en indledende fase for at indhente erfaringer og forbedre datagrundlaget. Udviklings- og demonstrationsprojekter kan medvirke til at modne relevante teknologier herunder også DAC.

Billig DAC vil være en game changer, men DAC er endnu ikke i brug i stor skala, og omkostningerne på sigt er meget usikre. Teknologiudviklingen skal komme længere, før det er muligt med rimelig sikkerhed at sige, i hvilket omfang DAC kan realiseres, og der skal etableres flere fysiske anlæg, så effektivitet, omkostninger og energibehov kan vurderes mere præcist.

Tabel 3.1 Oversigt over metoder til at skabe negative udledninger

Metode	Pris (kr. pr. ton CO ₂ e)	Teknologisk risiko	Energiforbrug	Mulige sideeffekter
Skovrejsning	Kort sigt: 230-1.080 2050: 0-320	Ingen	Lavt	- risiko for lækage, hvis der bruges landbrugsjord - lavere permanens end geologisk lagring - højere pris ved brug af landbrugsarealer + producerer biomasse + skaber rekreativ værdi + reducerer kvælstofudledning + kan potentielt gavne biodiversitet på lang sigt
BECCS	Kort sigt: 900-1.800 2050: 650-1.300	Mellem	Mellem	- bruger af en begrænset bæredygtig mængde biomasse - effekten reduceres ved ikke-CO ₂ -neutral biomasse - risiko for få egnede punktkilder i 2050 + høj permanens forventes + potentielt forretningsmuligheder
Pyrolyse og biokul	Kort sigt: 500-1.500 2050: 280-780	Høj	Mellem	- bruger af en begrænset bæredygtig mængde biomasse - effekten reduceres ved ikke-CO ₂ -neutral biomasse + potentiel jordforbedring + kan bruge spildevandsslam og afgasset biomasse + kan potentielt producere grønne brændstoffer + potentielt forretningsmuligheder
DAC	Kort sigt: 2.600-4.400 2050: 1.000-1.800	Høj	Højt	- højt energiforbrug og dermed forbundet arealforbrug + forbruger ikke biomasse + kan bidrage til balancering af elsystemet + lavt arealforbrug til selve DAC-anlægget + potentielt forretningsmuligheder

Anm. 1: De angivne priser på kort sigt er samfundsøkonomiske omkostninger uden værdisætning af sideeffekter fra *Klimaprogram 2021, Bilag 1*. Prisen for DAC i 2050 er beregnet på baggrund af Energistyrelsen teknologikatalog og omfatter transport og lagring.⁴¹ For BECCS, skovrejsning og pyrolyse er de langsigtede priser baseret på international litteratur.⁴²

Anm. 2: Priserne er lavet ud fra forskellige forudsætninger og kan ikke direkte sammenlignes. Prisangivelserne kan give en ide om det forventede prisniveau, men er særdeles usikre.

Kilder: Klimarådet og kilder nævnt i anmærkning 1.

Tabel 3.1 kan give et fingerpeg om de fremtidige omkostninger ved at lagre et ton CO₂, men estimerne er stadig særdeles usikre. De er desuden lavet ud fra forskellige forudsætninger og kan ikke direkte sammenlignes. For skovrejsning afhænger lagringsprisen eksempelvis af jordprisen. Prisen for BECCS forudsætter, at punktkilden findes i forvejen, og at biomassen er betalt. For pyrolyse afhænger prisen af værdien af den bioolie og -gas, der også produceres. Pyrolyse kan vise sig at være en billigere lagringsmetode end BECCS, men usikkerhedsintervallerne for de langsigtede priser på BECCS, pyrolyse og DAC er relativt store og overlappende. Fælles for alle teknologierne er, at priserne forventes at falde på grund af opskalering og teknologisk udvikling.

For både pyrolyse og BECCS bør biomassegrundlaget overvejes, og incitamenter bør tilskynde til at anvende biomasseressourcer med lavt klimaafttryk. Især pyrolyse har god mulighed for at anvende biomassetyper med lavt klimaafttryk uden anden anvendelse. BECCS kan anvendes på affaldsforbrændingsanlæg, der brænder bioaffald, som også kan have et lavt klimaafttryk. Biogassens CO₂-indhold vurderes at være en billig kilde til kulstof, der bør prioriteres på kort sigt, da CO₂'en allerede fanges i opgraderingsanlæggene. Både pyrolyse og BECCS kan også laves på biomasse produceret med det ene formål at brænde det af og lagre det. Det kan være hensigtsmæssigt i nogle tilfælde, men man skal være opmærksom på omfanget af det samlede forbrug og potentielle indirekte arealeffekter. Det omtales nærmere i afsnit 3.6.

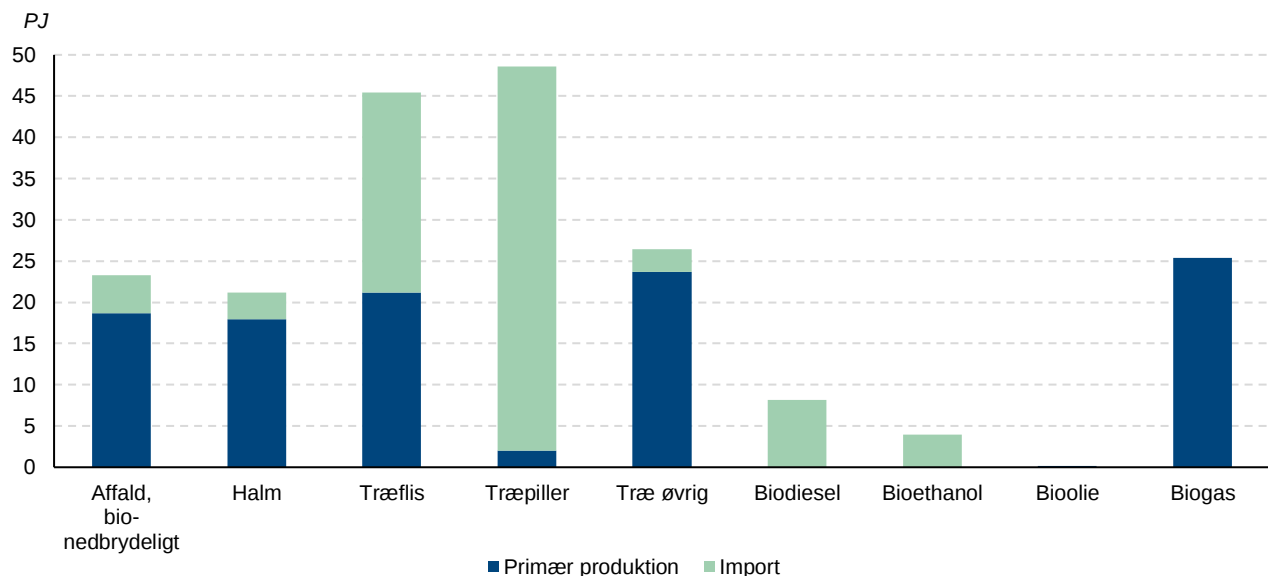
3.6 Biomasse og kulstof er knappe ressourcer

Kulstof skal bruges til mange formål fx byggeri, plast, tøj, kemikalier og kulstofholdige elektrobrændsler. Samtidig er der også brug for kulstof til at lave negative udledninger. Hvis ikke DAC-teknologien lykkes i stor skala, vil optag af kulstof fra atmosfæren kun kunne ske via biomasse. Hvor meget biomasse, der er til rådighed, kan derfor blive

afgørende for mængden af tilgængeligt kulstof. Dette afsnit beskriver Danmarks forbrug af biomasse og diskuterer det langsigtede bæredygtige potentiale og betydningen af biomassens klimaaftryk.

Danmark har et stort forbrug af biomasse til energi

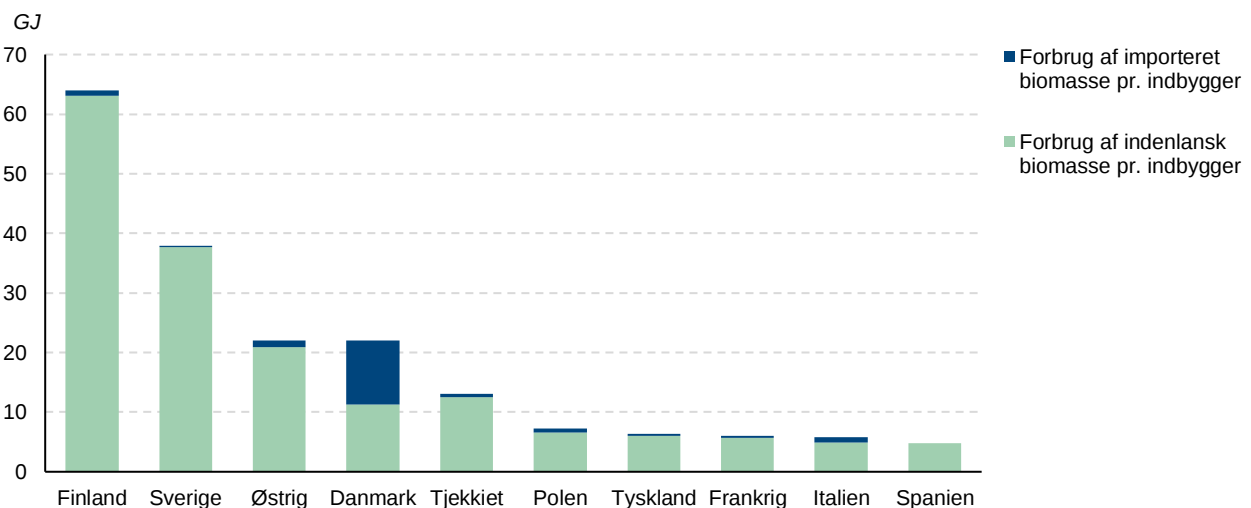
Danmark har i dag et betydeligt forbrug af biomasse til el, varme og transport. I 2020 brugte Danmark 202 PJ biomasse til energi, hvoraf lidt over halvdelen var dansk biomasse, mens resten var importeret.⁴³ Det svarer til et forbrug på cirka 35 GJ pr. dansker. Forbruget af forskellige biomassebrændsler er vist i figur 3.6. Danmark er det land i EU, der importerer mest biomasse pr. indbygger. Det vises i figur 3.7.



Figur 3.6 Danmarks forbrug af bioenergi i 2020

Anm.: Figuren viser energiindholdet i biomassebrændslerne. Nogle af brændslerne, fx biobrændstoffer og biogas, har undergået en konvertering, der medfører et konverteringstab. Energiindholdet i biomasseråvarerne kan altså være højere.

Kilde: Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2021*.



Figur 3.7 Udvalgte landes forbrug og import af fast biomasse pr. indbygger i 2020

Anm.: Figuren viser forbrug og import af fast biomasse pr. indbygger i GJ i 10 EU-lande med et stort forbrug af biomasse.

Kilde: Eurostat.

Det globale bæredygtige biomassepotentiale er begrænset

En lang række analyser har vurderet det globale biomassepotentiale. IPCC vurderer, at der er høj videnskabelig enighed om, at det bæredygtige potentiale vil være begrænset til omkring 100 EJ pr. år i 2050.⁴⁴ De 100 EJ vil svare til et forbrug på 10 GJ pr. verdensborger i 2050. Klimarådet har også tidligere konkluderet, at det er tvivlsomt, om et globalt bioenergiforbrug over 100 EJ vil være bæredygtigt i 2050.⁴⁵ Det Internationale Energiagentur, IEA, anvender også 100 EJ som det bæredygtige potentiale i sit roadmap for 2050. IEA refererer til nyere vurderinger af det globale bæredygtige potentiale for bioenergi på 150-170 EJ, men IEA vurderer samtidig, at vurderingerne er så usikre, at det er nødvendigt at lægge en sikkerhedsmargin ind.⁴⁶ Energy Transitions Commission, der blandt andet består af ledere fra store energiselskaber og energiintensiv industri, vurderer det bæredygtige potentiale til energi til kun at være mellem 40 og 60 EJ.⁴⁷ Hvis der sker et markant globalt skift i retning af plantebaseret kost, effektiv indsamling af bioaffald og algeproduktion, vil potentialet for biomasse til energi dog kunne stige til 120 EJ.

Der er altså ikke en bestemt mængde biomasse, som bæredygtigt kan anvendes til et givent formål. Det kommer an på mange faktorer herunder især arealanvendelsen. Hvis verden som helhed ændrer sin landbrugsproduktion, så der frigives arealer, vil en del af disse arealer kunne målrettes biomasseproduktion. Det vil kunne øge den bæredygtige mængde af biomasse.

Danmark har et højt teknisk biomassepotentiale

En analyse af blandt andre Morten Gylling viser, at der i Danmark teknisk set kan produceres en biomassemængde med et primært energiindhold på op til 200-245 PJ pr. år til energi og materialer.⁴⁸ Det svarer til omkring 30-40 GJ pr. indbygger og er på niveau med Danmarks nuværende forbrug af biomasse til energi. Realisering af dette potentiale vil kræve mange omlægninger i landbruget. Det gælder fx brug af andre kornsorter, afgrødeskift, øget halmopsamling og udnyttelse af biomasse fra vejrabatter og havet. Desuden forudsætter tallet en generel udbyttetigning i landbruget, der frigør over 200.000 hektar til blandt andet energiafgrøder.

Det tekniske biomassepotentiale i Danmark vil næppe blive realiseret på markedsvilkår. Det er heller ikke sket i de 10 år, der er gået siden den nævnte analyse blev lavet. En af forklaringerne er den relativt lave pris på importeret biomasse sammenlignet med omkostningerne ved at udnytte danske restprodukter. Biomasse handles internationalt, og skal der produceres mere biomasse, sker det på bekostning af anden arealanvendelse, typisk landbrug eller natur. Det har implikationer udover landegrænser. Selvom man øger produktionen af biomasse, hvilket kan være fornuftigt visse steder, ændrer det kun lidt ved den globale knaphed og konkurrencen om arealanvendelse. Biomassepotentialets størrelse afhænger grundlæggende af, hvad den alternative arealanvendelse er, og hvor mange hensyn til miljø og biodiversitet, der tages. Hvis forbruget af areal øges, stiger risikoen for negative konsekvenser for biodiversiteten betydeligt.

Verden er allerede nu midt i en biodiversitetskrise. Den globale bestand af vilde arter er faldet med 60 pct. i løbet af de sidste 40 år, og 1 million arter er udryddelsestruede.⁴⁹ Samtidig er vi økonomisk afhængige af naturen.⁵⁰ Biodiversitetskrisen skyldes især mangel på plads og dermed leveduligheder for andre arter end mennesker og deres husdyr. Mennesker og husdyr udgør 96 pct. af alle pattedyr på Jorden målt i vægt. Vilde dyr, inklusive elefanter og blåhvaler, udgør kun 4 pct.⁵¹ Menneskers høst af biomasse er en underliggende årsag til biodiversitetskrisen, da høsten allerede nu har reduceret den mængde biomasseenergi, der er til rådighed for andre arter med 25 pct.⁵²

Klimarådet vurderer på den baggrund ikke, at der er grundlag for at ændre på rådets tidligere vurdering af, at det er tvivlsomt, om et bioenergiforbrug på over 100 EJ vil være bæredygtigt i 2050. Denne vurdering synes snarere konsolideret. Et forbrug på 100 EJ vil i 2050 som nævnt svare til cirka 10 GJ pr. verdensborger, hvilket er markant lavere end det nuværende danske forbrug på cirka 35 GJ pr. indbygger.

Der kan blive et betydeligt behov for biomasse for at nå nettonul

Verdens lande har forskellige forudsætninger for at nå nettonul. Der kan derfor ikke fastsættes en helt præcis grænse for, hvor meget biomasse Danmark kan bruge i 2050. Klimarådet vurderer dog, at Danmark næppe vil kunne opfylde rollen som foregangsland, hvis Danmark når nettonulmålet med et forbrug af biomasse i 2050, der ligger væsentligt over, hvad andre lande bæredygtigt kan bruge. Desuden vil et markant forbrug af en knap ressource indebære risici i forhold til prisstigninger og forsyningssikkerhed.

I alle Energistyrelsens fire scenarier for nettonul, som blev omtalt i afsnit 3.4, anvendes der mere end 10 GJ biomasse pr. indbygger. Forbruget af biomasse er 19-46 GJ pr. indbygger i scenarierne. Det fremgår af tabel 3.2.

Tabel 3.2 Biomasseforbruget i Energistyrelsens fire 2050-scenarier

Energiindhold af biomasseressourcer (PJ)	Energistyrelsens fire scenarier for 2050			
	EI	Bio	Optag	Adfærd
Biomassebrændsler	79	176	71	42
Råvarer til biogas	56	83	73	67
Bioaffald	18	18	18	7
Total	153	277	162	116
Bioenergiforbrug pr. dansker (GJ)	26	46	27	19

Anm.: Tabellen viser energiindholdet (brændværdien) af biomassebrændsler (halm, skovflis, træpiller, affald) samt det forventede energiindhold i biomasseråvarerne, inden de er konverteret til biogas, idet det antages, at biogas produceres med en effektivitet på 63 pct. Der er antaget en dansk befolkning på 6 mio. i 2050.

Kilder: Energistyrelsens tekniske analyser til baggrund for *Klimaprogram 2021* og Klimarådet.

Mængden af biomasse i scenarierne sætter en overgrænse for, hvor store negative udledninger, der kan skabes uden brug af DAC. I scenarierne bruges biomasse desuden til energiformål, der ikke giver mulighed for at fange og lagre CO₂ fra røggassen. Det gælder fx brug af brænde i brændeovne og biobrændstoffer i fly. Klimarådet skønner, at 40-60 pct. af den samlede mængde tilgængelig CO₂ i Energistyrelsens scenarier udledes direkte til atmosfæren uden fangst og permanent lagring.

Biomasse er ikke altid CO₂-neutral

En negativ udledning flytter CO₂ fra atmosfæren og til et lager. Når 1 ton biogen CO₂ lagres i undergrunden, kan der bogføres en negativ udledning på 1 ton. Denne bogføring er retvisende, hvis der samtidig er flyttet 1 ton CO₂ ud af atmosfæren. Bogføring af en negativ udledning på 1 ton CO₂ er derimod ikke retvisende, hvis noget af kulstoffet i stedet er flyttet fra ét kulstoflager til et andet, uden at der et andet sted i regnskabet er taget højde herfor.

Når lagret CO₂ fra BECCS bogføres som en negativ udledning, antages det, at biomassen er CO₂-neutral. Det kan være retvisende, hvis brugen af biomassen ikke fører til en nettoudledning af CO₂ til atmosfæren. Det kan også være retvisende, hvis udledningen er medregnet i klimaregnskabet for det land, hvor biomassen er høstet. Men hvis disse betingelser ikke er opfyldt, kan der blive fjernet mindre CO₂ fra atmosfæren, end der lagres. Samtidig flyttes noget kulstof, som alligevel – i det mindste i en periode – ville være lagret i skoven, til et andet lager, nemlig undergrunden.

Der er betydelig videnskabelig debat om princippet om at regne CO₂ fra afbrænding af biomasse som nuludledning i regnskabet.⁵³ Der sættes især spørgsmålstejn ved, om brug af stammetræ til energi kan anses for CO₂-neutralt, da det kan tage mange år, før CO₂ fra afbrændingen er optaget i nye træer. Når man skal vurdere biomassens klimaaftryk, er det derfor centralt, hvordan man vægter udledning og optag på forskellige tidspunkter.

Visse biomassetyper kan reelt have et meget lille klimaaftryk. Dette kan fx gælde for det bioaffald, der alternativt ville være rådnet op i løbet af kort tid. I andre tilfælde kan biomasse retvisende regnes for CO₂-neutral, fordi en negativ lagerpåvirkning på den levende biomasse indregnes retvisende i oprindelseslandets sektor for arealanvendelse og skov (LULUCF). Indregningen bør tage højde for eventuelle tidsforskydninger i optaget og ske i forhold til forpligtende og tilstrækkelige klimamål.

Bæredygtighedskrav sikrer ikke retvisende medregning af klimaaftrykket fra importeret træbiomasse

Dansk skovbiomasse indregnes i Danmarks LULUCF-sektor i forhold til Danmarks klimamål.⁵⁴ For importeret biomasse er billedet mindre entydigt. Der blev i 2021 indført nye bæredygtighedskrav for biomasse i Danmark og EU. Kravene indeholder et kriterium om, at oprindelseslandet skal medregne LULUCF-sektoren i sit klimaregnskab. Det er et godt skridt, men der er fortsat ikke fuld sikkerhed for, at medregningen sker retvisende. Det skyldes især tre forhold:

1. Bæredygtighedskravet kan opfyldes på andre måder end gennem medregning af LULUCF-sektoren i oprindelseslandet. Der er således ikke tale om et absolut krav.
2. Der findes endnu ikke en robust, global metode, der indregner kulstoflagereffekter retvisende i alle landes LULUCF-sektorer.⁵⁵
3. Studier peger på, at der fortsat er udfordringer med at få konsistente data for udledninger og brug af træ til energi. Dette gælder også inden for EU.⁵⁶

Det kan derfor fortsat være et problem at sætte CO₂-udledning fra afbrænding af al træbiomasse til nul. Dette gælder især for træbiomasse importeret fra lande uden for EU. Om det stadig vil være et problem i 2050 afhænger af, om det inden da lykkes at indgå en global aftale om en fælles metode for medregning af LULUCF-sektoren, der sikrer, at ændringer i skovenes kulstoflagre medregnes retvisende og på baggrund af et tilstrækkeligt datagrundlag.

Halm, affald og husdyrgødning anses typisk for at have et lavt klimaafttryk

Brug af halm, affald, spildevandsslam, husdyrgødning og afgasset biomasse fra biogasanlæg kan potentielt have et lavere klimaafttryk end afbrænding af træbiomasse. Kulstof bundet i halm kan blive genoptaget inden for ét år og størstedelen vil, hvis det alternativt bliver nedmuldet alligevel blive udledt på få år. Afbrænding af halm, der alternativt ville blive nedmuldet, vil derfor ikke forøge CO₂-indholdet i atmosfæren i større omfang. Det forudsætter dog, at der ikke er anden mulig anvendelse af disse typer biomasse, og at forbruget ikke leder til øget produktion af det oprindelige produkt.

For affald, husdyrgødning og afgasset biomasse afhænger klimaafttrykket af, hvordan systemgrænserne defineres. Hvis man ser bort fra udledninger, fra før biomassen blev til affald og husdyrgødning, kan disse biomassetyper betragtes som CO₂-neutrale. Hvis man også inddrager udledningerne, fra før biomassen blev til henholdsvis affald og husdyrgødning, afhænger klimaafttrykket af, hvad husdyrene er fodret med og mange andre forhold.

Biomassens klimaafttryk påvirker effektiviteten af negative udledninger fra BECCS og pyrolyse

Hvis biomasse ikke kan anses for CO₂-neutral, vil effekten af fangst og lagring af biogen CO₂, set fra atmosfærens synspunkt, blive reduceret. Hver gang der i denne situation lagres et ton CO₂ i form af biokul eller i undergrunden, vil der være trukket mindre end et ton CO₂ ud af atmosfæren. Samtidig er noget af kulstoffet i stedet flyttet fra det naturlige lager i skovens træer og ned i undergrunden.

Hvis biomasse ikke retvisende kan regnes for CO₂-neutral, vil der skulle anvendes endnu mere biomasse for at skabe tilstrækkelige negative udledninger til at opnå reel netto-udledning. Det kan yderligere øge knapheden på biogent kulstof. Denne problemstilling er særlig relevant, hvis biomassefyrede kraftvarmeværker bevares, eller hvis deres driftstid øges med det formål at lave negative udledninger.

Antallet af kilder til CO₂-fangst fra røggas vil falde

Potentialet for BECCS afhænger af, hvilke CO₂-kilder der er til rådighed. Kilder kan være affaldsforbrændingsanlæg, biogasopgraderingsanlæg og biomassefyrede kraftvarmeværker eller industrianlæg. Den forventede udvikling i fangstpotentialet fra de forskellige kilder gennemgås i det følgende.

Kapaciteten på affaldsforbrændingsanlæggene forventes reduceret for at mindske importen af fossilt affald.⁵⁷ Det må dog antages at være nødvendigt fortsat at afbrænde affald i mange år endnu. Større affaldsforbrændingsanlæg kan derfor være velegnede kilder til CO₂-fangst. Affald rummer i dag en del plast produceret på basis af fossil olie. CO₂ herfra, der lagres i undergrunden, kan derfor ikke betragtes som en negativ udledning, men højst som nuludledning.⁵⁸ Den fossile CO₂-andel i affald ventes at blive halveret frem mod 2035 blandt andet på grund af øget udsortering af plast.

Der forventes en stigende produktion af biogas, hvoraf hovedparten formentlig vil blive opgraderet. Det er oplagt at bruge den fangede CO₂ fra biogasopgradering. Det langsigtede potentiale er dog begrænset af mængden af egnede biomasser til biogasproduktion.

De eksisterende biomassefyrede kraftvarmeværker afbrænder skovflis og træpiller. En del af flisen og hovedparten af træpillerne er importeret. Biomassefyrede kraftvarmeværker kan ved geninvestering eller nyetablering ofte ikke

konkurrere med alternative el- og varmeteknologier baseret på fx vind og sol. De nuværende værker kan derfor forventes at få færre driftstimer eller at blive udfaset inden 2050.⁵⁹ Ud over affaldsforbrændingerne vil der derfor formentlig kun være få af de eksisterende biomassefyrede værker tilbage i 2050. Et bud på det samlede fangstpotentiale i 2050 fra biogene kilder fremgår af tabel 3.3. Fangstpotentialet er i denne vurdering reduceret til 3,6 mio. ton CO₂ i 2050.

Billedet kan dog ændre sig, hvis der i fremtiden kan opnås en betaling for at levere CO₂-fangst og -lagring fra biogene kilder. Det vil kunne medføre forbedret økonomi i levetidsforlængelser af biomassefyrede værker og medvirke til en fortsat anvendelse af betydelige mængder biomasse i energisektoren.

Tabel 3.3 BECCS-potentialer i 2040 og 2050

mio. ton CO ₂	Driftstid	Bogførbart biogent fangstpotentiale	
		2040	2050
Biogasanlæg	Høj	1,5	1,5
Affaldsforbrænding	Høj	1,3	1,3
Halmfyrede anlæg	Medium	2,6	0,8
Træflisfyrede kraftvarmeværker	Medium		
Træpillefyrede kraftvarmeværker	Lav		
Potentiale i alt		5,4	3,6

Anm.: Det antages, at der ikke bygges eller geninvesteres i biomassekraftværker med det formål at lave BECCS.

Kilde: Ea Energianalyse for Dansk Energi, *Potentialet for CO₂-fangst i Danmark til den grønne omstilling*, 2021.

3.7 Prioritering af kulstof frem mod 2050

Danmark bør allerede nu planlægge indsatsen mod netto nul i 2050. Energistyrelsen har med sine scenarier påbegyndt det vigtige strategiske arbejde mod dette mål. Det er vigtigt, at arbejdet videreføres, konkretiseres og i stigende grad anvendes som beslutningsgrundlag for regering og Folketing. Det videre scenariearbejde bør inddrage udenrigstransport og synliggøre forbruget af kulstof og biomasseressourcer til henholdsvis negative udledninger, brændstoffer og andre anvendelser.

Dette afsnit giver et meget groft bud på, hvad kulstofbehovet kan blive i 2050, hvis netto nul målet skal nås, samtidig med at udenrigstransporten også inddrages, som nævnt i afsnit 3.3. Afsnittet har særligt fokus på omstillingsmulighederne i skibs- og luftfart. Det grove bud sammenholdes med det nuværende biomasseforbrug, et muligt globalt bæredygtigt forbrug i 2050 og Energistirelsens 2050-scenarier. Analysen giver baggrund for en opfordring fra Klimarådets side om at fastholde fokus på at reducere udledninger og om nøje at prioritere, til hvilke formål der anvendes kulstof.

Kulstof skal både bruges til lagring og til brændstoffer

Kulstof skal både bruges til negative udledninger, til brændstoffer og til produktion af forskellige materialer og kemikalier. I det omfang brændstoffer bruges til luft- og vejtransport vil det være teknisk svært at genindfange kulstoffet fra røggassen. Også fra skibe vil det være vanskeligt, selvom det måske på sigt vil kunne lade sig gøre fra store skibe. Dermed vil brug af biomasse i transportsektoren altså ikke umiddelbart kunne bidrage med negative udledninger.

Brændstoffer kan produceres som biobrændstoffer, direkte af biomasse eller ved hjælp af power-to-X-teknologi, hvor energi fra strøm bruges til at lave elektrobrændstoffer. Sidstnævnte er nærmere beskrevet i afsnit 6.5. Biobrændstoffer kan være billigere end elektrobrændstoffer.⁶⁰ Men direkte produktion af biobrændstoffer fra biomasse betyder, at der typisk tabes kulstof i konverteringsprocessen. Ved at genanvende kulstof fra røggas fra afbrænding af biomasse til at lave elektrobrændstoffer kan man bruge kulstoffet to gange og dermed spare på biomasseressourcen. En stor satsning på kulstofholdige power-to-X-brændstoffer udfordrer dog også mængden af biomasse, som der er knaphed på.

Flere organisationer, fx ingeniørforeningen IDA, har vurderet behovet for power-to-X til brændstoffer. IDA's scenarier for 2045 bruger kulstofholdige elektrobrændstoffer til fly og til tung vejtransport. Biomasseforbruget er i IDA's hovedscenarie begrænset til 140 PJ biomasse eller cirka 24 GJ pr. indbygger. Det giver mulighed for lagring af 5,1 mio. ton CO₂ via BECCS og pyrolyse. IDA medregner udenrigsskibs- og luftfart men antager en række omlægninger og besparelser. I scenarierne er det antaget, at skibe sejler på ammoniak uden brug af kulstof, og at både indenrigs- og udenrigsflyvning i et vist omfang erstattes af tog.⁶¹

Skibe kan potentielt bruge brændstoffer uden kulstof

Korte ture med skib kan forventeligt ske med brint eller el, som ikke kræver et kulstofholdigt brændstof. For langtursskibsfart afgøres behovet for kulstof af, i hvilken grad der kan bruges kulstoffrie elektrobrændstoffer som eksempelvis ammoniak. Mærsk har netop bestilt en række skibe, der skal sejle på kulstofholdige brændstoffer som metanol, som kan produceres af biogas.⁶² Levetiden for skibe og muligheden for at ombygge eksisterende motorer er begge afgørende for, hvilke drivmidler skibsfarten kan anvende i 2050. Ifølge Mærsk er levetiden for store containerskibe mindst 20-25 år.⁶³

Kulstofbehovet til udenrigsskibsfart kan altså blive nul eller lille, hvis ammoniak bliver udbredt som brændstof. Men behovet kan omvendt blive stort, hvis skibsfarten i vidt omfang fortsat vil bruge kulstofholdige brændstoffer. Klimarådet har opgjort behovet for elektrobrændstoffer til dansk udenrigsskibsfart til at ligge i intervallet 0-2,6 mio. ton CO₂. I den lave ende af intervallet bruges kun kulstoffrie brændstoffer som ammoniak, mens der i den høje ende kun bruges kulstofholdige brændstoffer som e-metanol. I beregningen er der taget udgangspunkt i Energistyrelsens *Klimastatus og -fremskrivning 2021* og antaget en beskedne vækst i energiforbruget til transport på 1 pct. om året fra 2030 til 2050.

Fly har brug for kulstofholdige brændstoffer

Kortere flyture kan potentielt ske ved anvendelse af brint og batteridrift uden brug af kulstof. Lange flyture forventes derimod i de næste 20-30 år at kræve kulstofholdigt brændstof, der kemisk ligner dagens flybrændstof. Det kan både produceres som biobrændstof og som elektrobrændstof.

Kulstofbehovet til dansk udenrigsluftfart kan opgøres til at være i størrelsesordenen 3,2-3,9 mio. ton CO₂ i 2050. Det antages her, at 90 pct. af energibehovet dækkes af kulstofholdigt elektrobrændstof, mens resten dækkes af kulstoffrie drivmidler. I det lave skøn er energiforbruget uændret i forhold til Energistyrelsens fremskrivning for 2030,⁶⁴ mens energiforbruget i det øvre skøn stiger med 1 pct. årligt fra 2030. Luftfarten vil altså forventeligt have et større kulstofbehov end skibsfarten.

For især udenrigsluftfart vil kondensstriber fortsat indebære en klimapåvirkning. Et groft bud på klimaeffekten af kondensstriber fra udenrigsluftfart er, at den vil svare til udledningen af 1,9-2,3 mio. ton CO₂. Dette er udregnet på baggrund af Lee med flere og bruges i de følgende beregninger.⁶⁵ Et andet bud er, at klimapåvirkningen fra kondensstriber kan svare til udledningen af 2,6-11,4 mio. ton CO₂. Dette er baseret på McKinsey.⁶⁶ De store forskelle skyldes de store usikkerheder, der er forbundet med at opgøre kondensstribeeffekterne, og de forskellige metoder til at omregne disse effekter til CO₂-ækvivalenter.

Danmark kan få brug for mere kulstof end en fair andel af den globalt bæredygtige mængde i 2050

En samlet opgørelse af behovet i 2050 viser, at det kan blive en udfordring at skaffe kulstof nok til at nå nettonul. Det gælder især, hvis DAC ikke kan benyttes i stor skala, så biomasse skal være den væsentligste kulstofkilde, og hvis Danmarks forbrug af biomasse skal begrænses til et langsigtet, globalt bæredygtigt niveau. Hvis forbruget af biomasse ikke begrænses, er der omvendt en betydelig risiko for negative konsekvenser for den globale biodiversitet. Et højt og et lavt skøn for kulstofbehovet til negative udledninger og energi til blandt andet brændstoffer vises i tabel 3.4.

Udover de angivne formål i tabel 3.4 kan der være behov for at bruge kulstof til andre formål som byggematerialer, plast, tøj, maling og kemikalier. Alene plast til det danske forbrug kan kræve kulstofmængder på over 50 PJ eller cirka 5,6 mio. ton CO₂.⁶⁷ Alle råmaterialer til plast importeres i dag, og udledningerne i forbindelse med produktion heraf indgår derfor ikke i det danske drivhusgasregnskab. Hvis der fremover etableres dansk produktion af fx bioplast, kan Danmarks behov for kulstof således blive større end angivet i tabel 3.4. Men hvis materialet efterfølgende brændes som affald, vil CO₂ kunne genindfanges på forbrændingsanlæggene.

Tabel 3.4. Potentielt behov for kulstof til negative udledninger, samt til energi og udenrigstransport i 2050

Behov for CO ₂ fra biomasse eller DAC til forskellige formål (mio. ton CO ₂)	Lavt skøn	Højt skøn
Kulstof til negative udledninger i Energistyrelsens 2050-scenarier	7,1	12
Kulstof til energiformål i Energistyrelsens 2050-scenarier, hvorfra CO ₂ ikke fanges	7,9	18
Kulstof til brændstof til udenrigsskibsfart	0	2,6
Kulstof til brændstof til udenrigsluftfart	3,0	3,4
Kulstof til negative udledninger til at opveje kondensstriber	1,9	2,3
Totalt behov for kulstof i form af CO₂ i 2050	19,9	38,3

- Anm. 1 De negative udledninger er den CO₂, som lagres i Energistyrelsens scenarier. Lagring sker i jorder og skove, som CO₂ i undergrunden samt i form af biokul. Hovedparten er biogent CO₂, men mellem 0 og 4,3 mio. ton CO₂ antages i scenarierne at blive leveret af DAC.
- Anm. 2 De energiformål i Energistyrelsens scenarier, hvorfra CO₂ ikke fanges, er ikke nærmere specificeret, men det kan være transportbrændstoffer og brug af biomasse i mindre anlæg og brændeovne. Det kan også være, at noget biomasse anvendes i større værker, hvorfra CO₂ teoretisk ville kunne fanges, men altså ikke bliver det i scenarierne.
- Anm. 3. I det lave skøn for udenrigsskibsfart bruges kun kulstoffri brændstoffer. I det høje skøn drives al udenrigsskibsfart af kulstofholdige brændstoffer. For fly forudsættes, at 90 pct. af brændstoffet indeholder kulstof. I det lave skøn stiger transportens energiforbrug ikke fra 2030 til 2050, mens det høje skøn antager, at transportens energiforbrug stiger med 1 pct. fra 2030 og 2050. For at undgå dobbelttælling antages det, at de elektrobrændstoffer, som er indeholdt i Energistyrelsens scenarier, anvendes til udenrigsfly. Der er derfor trukket 0,4 mio. ton CO₂ fra det høje skøn for flybrændstof og 0,2 mio. ton CO₂ fra det lave skøn.
- Anm. 4 Der er stor usikkerhed om alle tal i tabellen. Det gælder behovet for CO₂ til negative udledninger, omfanget af ikke-fanget CO₂, kulstofbehovet til skibe og fly og klimaeffekten af kondensstriber.
- Kilder: Energistyrelsen og Klimarådet.

Tabel 3.5 viser, at et dansk biomasseforbrug på 10 GJ pr. indbygger svarer til, at der er 6 mio. ton biogen CO₂ til rådighed til negative udledninger, brændstoffer og andre formål. Denne mængde vil hverken være nok til at dække det høje eller det lave skøn i tabel 3.4 på henholdsvis cirka 20 og 38 mio. ton CO₂. Hvis Danmark opretholder sit nuværende forbrug af bioenergi i systemet på 35 GJ pr. indbygger, vil der være 21 mio. ton biogen CO₂ til rådighed. Det vil potentielt kunne være CO₂ nok til at nå nettonul, hvis kulstofbehovet kan begrænses til det lave skøn.

Forbruget af bioenergi i Energistyrelsens scenarier er 19-46 GJ pr. indbygger, jævnfør tabel 3.2. Det høje forbrug på 46 GJ pr. indbygger svarer til i alt cirka 28 mio. ton tilgængeligt CO₂, hvilket også kan dække det lave, men ikke det høje skøn for behovet. Resterende behov må dækkes med DAC.

Kulstofknapheden skærpes af, at der i sidste halvdel af århundredet på globalt plan vil være behov for nettonegative udledninger. Negative udledninger vil dermed få en endnu større rolle på den helt lange bane.

Tabel 3.5 Biogen CO₂ til rådighed i 2050 ved forskelligt forbrug af bioenergi i Danmark

	Biomasseforbruget begrænset til et muligt globalt bæredygtigt niveau på 100 EJ	Dansk forbrug af biomasse som i dag
Forbrug af bioenergi (GJ pr. indbygger)	10	35
Forbrug af bioenergi (ton CO ₂ pr. indbygger)	1	3,5
Biogen CO ₂ til rådighed i 2050 (mio. ton CO ₂)	6	21

- Anm.: Der er antaget en dansk befolkning på 6 mio. i 2050.
- Kilde: Klimarådet.

Der er allerede stort fokus på negative udledninger

Forholdet mellem positive og negative udledninger i 2050 vil blive bestemt af politisk prioritering og planlægning. Der bør være fokus på at reducere udledningerne i prioriteringen af de kortsigtede klimamål, hvis Danmark skal følge en robust vej til nettonul. Det skyldes risikoen for, at der ikke vil være tilstrækkelige muligheder for negative udledninger til rådighed, hvis Danmark skal begrænse forbruget af kulstof til sin forholdsvis andel af den bæredygtige ressource i 2050. Danmark kan vælge at planlægge efter et højere forbrug af biomasse, men en sådan strategi indebærer risici for biodiversitet og fødevareforsyning.

Det har betydning, hvilken retning politiske tiltag tager i de kommende år. Store organisationer og kommercielle aktører i energisektoren har fremlagt forslag til fremme af CCS og negative udledninger.⁶⁸ Negative udledninger spiller allerede en stor rolle i tidens klimapolitik. Det viser følgende initiativer:

- Der blev i klimaaftalen for energi og industri af 22. juni 2020 afsat en pulje på 16 mia. kr. til at støtte fangst, anvendelse og lagring af CO₂ fra røggasser fra industri, affaldsforbrænding og biomassefyrede kraftværker.
- Der blev på finansloven for 2022 afsat 2,5 mia. kr. til negative udledninger via pyrolyse og biokul, biogasopgradering og DAC. I landbrugsaftalen lægger udviklingssporet op til CO₂-lagring via pyrolyse på 2 mio. ton CO₂ i 2030.⁶⁹
- Der blev i 2021 afsat 700 mio. kr. og i 2022 295 mio. kr. til fire forskningsmissioner, herunder én om fangst og lagring eller anvendelse af CO₂.
- *Klimaprogram 2021* og regeringens CCS-strategi estimerer et teknisk potentiale for CCS på 8 mio. ton i 2030, hvoraf cirka en tredjedel vil stamme fra fossile kilder og cirka 5,3 mio. ton fra biogene kilder.⁷⁰ Regeringens CCS-strategi lægger op til en markedsbaseret tilgang, hvor CO₂-afgift og kvotesystemet giver incitament til negative udledninger, og man må antage, at mest CO₂-lagring for pengene vil være et vigtigt princip.

Tilskud til CO₂-lagring kan øge forbruget af biomasse

Nogle af de store biomassefyrede værker vil måske kunne tilbyde en lavere pris for fangst og lagring af CO₂ end fx affaldsforbrændingsanlæg.⁷¹ Hvis sådanne værker installerer CCS og får en betaling pr. reduceret ton CO₂, som regeringens CCS-strategi lægger op til, vil deres driftstid formentlig øges. Det vil være tilfældet, hvis de marginale omkostninger ved at køre værket er lavere end det tilskud, de kan få. Dette kan føre til et stigende forbrug af biomasse og en stigende import af træbiomasse, fordi de store biomasseværker typisk ligger ved havne, hvor de nemt kan få biomasse fra udlandet leveret med skib.

Da Danmark er det land i EU, der importerer mest biomasse pr. indbygger, og det langsigtede globale bæredygtige bioenergi-potentiale er begrænset, er en øget afhængighed af store mængder importeret træbiomasse næppe hensigtsmæssig. Hertil kommer at effekten for atmosfæren af fangst og lagring af CO₂ fra afbrænding af biomasse kan blive reduceret, for de dele af biomassen, der ikke reelt kan anses for CO₂-neutral.

Fasthold fokus på restudledningerne, og prioriter hvor kulstof skal bruges

Hvis fokus på reduktion af udledningerne ikke styrkes, kan den nuværende udvikling pege frem mod en situation, hvor store restudledninger skal kompenseres med negative udledninger i 2050 for at nå nettonulmålet. Samtidig er der risiko for, at der enten ikke vil være tilgængeligt kulstof nok til at realisere disse negative udledninger, eller at kulstof alligevel skaffes fra biomasse på bekostning af risici for biodiversitet og fødevaresikkerhed.

Der er derfor behov for at øge fokus på at minimere restudledningerne. Der er især behov for at reducere restudledningerne fra landbruget. I Energistyrelsens scenarier står landbruget alene for udledninger på 8,5-9,7 mio. ton CO₂e i 2050, medmindre der gennemføres en markant produktionsomlægning. På dette område er der ikke set samme organisatoriske eller kommercielle interesse, som der er i teknologier til negative udledninger.

Modsat de fleste energirelaterede udledninger har der ikke været klimakrav til landbruget før landbrugsaftalen fra efteråret 2021. Også af den grund går udviklingen af reduktionsteknologi langsomt. Selvom landbruget nu står for godt 30 pct. af Danmarks drivhusgasser, blev der først i 2019 etableret et klimaforskningsprogram for landbrug

med en bevilling på 90 mio. kr. over tre år.⁷² Der har til sammenligning været energiforskningsprogrammer siden 1990'erne til energiforskning, og der er de seneste 10 år bevilget 8 mia. kr til dette forskningsfelt.⁷³ Reduktionspotentialer og -omkostninger i landbruget er alt i alt underbelyste. *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug* har dog nu afsat omkring 1 mia. kr. til diverse udviklingsaktiviteter frem mod 2030. I Holland har regeringen besluttet at investere 30 mia. kr. om året de næste 10-15 år i at skabe en cirkulær fødevarersektor med 30 pct. færre dyr, flere vegetabiliske afgrøder og bedre vilkår for bønderne.⁷⁴

En fokuseret vidensopbygning og reduktionsindsats kan blandt andet rettes mod udledninger af metan og lattergas fra landbrug samt fra biogas- og opgraderingsanlæg, affaldsdeponier og spildevandsanlæg. Der kan desuden fokuseres på, hvordan restudledninger fra CCS-anlæg og klimaaftryk fra kondensstriber fra fly kan mindskes. Forskning og teknologiudvikling inden for disse områder bør prioriteres, ligesom forskning i relevante incitamenter, der kan sikre, at relevante løsninger tages i brug. Det bør undersøges, om fælles EU-krav kan fremme denne udvikling, hvilket belyses i kapitel 6.

Der kan potentielt være besparelser at hente ved en sådan målrettet vidensopbygning og reduktionsindsats. Indsatsen kan indebære omkostninger, men negative udledninger vil også indebære årlige omkostninger, der kan risikere at stige yderligere efter 2050, hvor vi skal opnå nettonegative udledninger.

Det bliver desuden nødvendigt nøje at prioritere, til hvilke formål der anvendes kulstof. Vi kan ikke gå ud fra, at en sådan prioritering sker af sig selv på markedsvilkår. Tung vejtransport vil kunne klare sig med el og eventuelt brint.⁷⁵ Inddragelse af udenrigstransport med skibe og fly kan betyde, at nettonulmålet kun kan nås, hvis skibe alene sejler på kulstoffrie brændsler, eller hvis der iværksættes tiltag for at begrænse energiforbruget og væksten i disse sektorer. Det vil blive stadig mere nødvendigt at prioritere brugen af biomasse og kulstof frem mod 2050.

4

EU-rammerne for dansk klimapolitik

4. EU-rammerne for dansk klimapolitik

Dansk klimapolitik bliver til i et tæt samspil med klimapolitikken i EU. I EU vedtages rammer og forpligtelser for de enkelte medlemslande, og vil man udforme en hensigtsmæssig dansk klimapolitik, er det nødvendigt at holde disse rammer og forpligtelser for øje. EU-Kommissionen foreslår markante ændringer i EU's klimapolitik, både hvad angår forpligtelser og fælleseuropæiske virkemidler. Lovforslagene vil få markant betydning for, hvordan Danmark bør planlægge opfyldelsen af 70-procentsmålet, ligesom det vil få stor betydning for, hvilke virkemidler Danmark kan, skal og bør benytte for at fremme den grønne omstilling. Dette kapitel ser både på Danmarks nuværende EU-forpligtelser for 2020 og 2030 samt på den øgede betydning, EU-rammerne kan få, hvis EU-Kommissionens seneste udspil bliver vedtaget.

Kapitlets hovedkonklusioner

- Danmark forventes at leve op til de fleste eksisterende forpligtelser, men Danmark opfylder ikke umiddelbart forpligtelsen for andelen af vedvarende energi i transporten for 2020 eller for 2030.
- Hvis EU-Kommissionens *Fit for 55*-pakke vedtages, vil EU-rammerne komme til at spille en endnu større rolle for dansk klimapolitik end tidligere. Med EU-Kommissionens forslag til en ny klima- og energipakke vil 85 pct. af de nuværende udledninger af drivhusgasser være dækket af et de facto-krav om nettonuludledninger allerede i 2044 eller endda tidligere for nogle sektorer.
- EU-Kommissionen foreslår højere nationale reduktionsforpligtelser i 2030 i både LULUCF-sektoren og ikke-kvotesektoren. Klimarådets analyse viser, at Danmark ikke længere kan gå ud fra, at disse forpligtelser automatisk efterleves, hvis Danmark opfylder 70-procentsmålet i 2030. Forpligtelserne vil derfor kræve særskilt opmærksomhed i den danske klimapolitik.
- En tidlig indsats for at reducere udledningerne i ikke-kvotesektoren og LULUCF-sektoren vil øge sandsynligheden for, at de foreslåede forpligtelser kan opfyldes. Kommer reduktionerne sent i perioden, vil det blive svært at opfylde de foreslåede forpligtelser uden behov for at overopfylde 70-procentsmålet. Alternativt skal Danmark benytte sig af såkaldte fleksibilitetsmuligheder, fx annullering af kvoter.
- Opgørelse og fremskrivning af udledningerne i LULUCF-sektoren bidrager med en væsentlig usikkerhed. Denne usikkerhed skal håndteres i planlægningen af den danske klimaindsats både for nationale mål og EU-forpligtelser og bør søges nedbragt i videst muligt omfang.
- Fælles EU-klimaregulering af landbrugssektoren er fraværende i EU-Kommissionens forslag. Det er særligt uheldigt for Danmark på grund af den høje forpligtelse i ikke-kvotesektoren, hvor landbruget udgør en stor andel af de danske udledninger.
- EU-Kommissionens forslag vil kunne reducere risikoen for kulstoflækage ved en dansk CO₂-afgift. Det skyldes, at flere udledninger omfattes af CO₂-kvoter samt en forventning om stigende kvotepriser. Det betyder, at der vil blive behov for en lavere dansk CO₂-afgift, hvilket alt andet lige forbedrer danske virksomheders konkurrenceevne i forhold til en situation med en høj, dansk CO₂-afgift.
- EU-Kommissionen foreslår regulering af både luftfarten og skibsfarten, som indtil nu kun i begrænset omfang er reguleret. Kravene giver Danmark relativt begrænsede muligheder for at iværksætte yderligere tiltag. Fx kan Danmark ikke sætte et højere iblandingskrav end det, der fastsættes i EU. I det lys fastholder Klimarådet sin tidligere vurdering om, at Danmark med fordel kan indføre passagerafgifter for luftfarten.

4.1 Eksisterende klima- og energiforpligtelser og *Fit for 55*-pakken

Klimapolitikken i Danmark bliver i væsentlig grad påvirket af de regler, forpligtelser og krav, der vedtages i EU. Dette afsnit ser nærmere på, om Danmark opfylder de forpligtelser, der er udstukket i EU-lovgivningen. Herefter præsenteres EU-Kommissionens nye lovpakke på energi- og klimaområdet, *Fit for 55*. Dernæst skitseres de overordnede, langsigtede konsekvenser af EU-pakken, hvis *Fit for 55* bliver gennemført som foreslået. I de efterfølgende afsnit ser Klimarådet nærmere på tre specifikke områder, hvor rådet vurderer, at EU-Kommissionens forslag kan få særligt stor betydning for Danmarks muligheder i den nationale klimapolitik. De tre områder er forhøjede forpligtelser, kulstoflækagerisiko og transport.

Danmark forventes at opfylde de fleste af de nuværende klima- og energiforpligtelser

Danmark har som medlem af EU påtaget sig en række forpligtelser på klima- og energiområdet, som skal opfyldes gennem nationale initiativer. Klimarådet skal hvert år give status for opfyldelsen af EU-forpligtelserne, og denne status er opsummeret i tabel 4.1. Forpligtelserne gennemgås mere detaljeret i baggrundsnotatet *Status for Danmarks EU-forpligtelser 2022*.

De fleste forpligtelser for 2020 er opfyldt eller forventes at blive opfyldt, dog med undtagelse af Danmarks forpligtelse for andelen af vedvarende energi i transporten. I 2020 skulle andelen af vedvarende energi være over 10 pct. af energiforbruget for vej- og banetransport, men ifølge Eurostat nåede Danmark kun op på 9,6 pct., og dermed er forpligtelsen umiddelbart ikke opfyldt.¹

På nuværende tidspunkt ser Danmark ud til at opfylde stort set alle sine nuværende 2030-forpligtelser på klima- og energiområdet. Ligesom for 2020 er den eneste undtagelse på transportområdet, hvor Danmark ikke med den nuværende regulering kan være sikker på at opfylde kravet om, at de såkaldte avancerede biobrændstoffer skal udgøre mindst 1,75 pct. af energiforbruget i 2030. Avancerede biobrændstoffer anses som mere bæredygtige end øvrige biobrændstoffer, men de er ofte også dyrere. I 2020 blev avancerede biobrændstoffer benyttet i meget begrænset omfang og udgjorde kun cirka 0,3 pct. af transportsektorens energiforbrug.²

Danmark har valgt fra 2022 at indføre et CO₂-fortrængningskrav i transportsektoren. Det betyder, at der stilles krav til, at den benzin, diesel og gas, der sælges i transportsektoren, gradvist skal udlede mindre CO₂. Kravet kan opfyldes ved at blande forskellige typer biobrændstoffer i de fossile brændstoffer. Avancerede biobrændstoffer kan komme til at spille en væsentlig rolle i opfyldelsen af kravet, men andre biobrændstoffer eller elektrobrændstoffer kan også bruges til at opfylde fortrængningskravet. De fremtidige priser på brændstofferne afgør, hvilke brændstoffer der fremover bruges. Derfor er det på nuværende tidspunkt ikke muligt at sige, om der vil blive brugt tilstrækkeligt med avancerede biobrændstoffer i år 2030.³

Tabel 4.1 Vurdering af Danmarks EU-forpligtelser

Forpligtelse vedrører	Forpligtelse	Lovgivning	Opfyldelse
Nuværende forpligtelser for 2020			
Drivhusgasudledning i ikke-kvotesektoren	Stimål for 2013-2020 med slutpunkt for stien i 2020 på 20 pct. reduktion i forhold til 2005	EU, Beslutning om indsatsfordeling, 2009	●
Andel af vedvarende energi i det endelige energiforbrug	30 pct. i 2020	EU, Direktivet for vedvarende energi, 2009	●
Andel af vedvarende energi i transportsektoren	10 pct. i 2020	EU, Direktivet for vedvarende energi, 2009	●
Energibesparelser	Årlige besparelser i perioden 2014-2020 på 1,5 pct. af det gennemsnitlige slutforbrug (ekskl. transport) i perioden 2010-2012	EU, Direktiv om energieffektivitet, 2012, som ændret 2018	●
Nuværende forpligtelser for 2030			
Drivhusgasudledning i ikke-kvotesektoren	Stimål for 2021-2030 med slutpunkt for stien i 2030 på 39 pct. reduktion i forhold til 2005	EU, Forordning om indsatsfordeling, 2018	●
Kulstofpulje i jord og skov	Der må ikke ske forværring af kulstofbalancen i perioderne 2021-25 og 2026-2030	EU, Forordningen om arealanvendelse og skovbrug, 2018	●
Andel af vedvarende energi i transportsektoren	Reelt 7 pct. i 2030, heraf 1,75 pct. avanceret biobrændstof	EU, Direktivet for vedvarende energi, 2018	●
Energibesparelser	Nye årlige besparelser på 0,8 pct. af det gennemsnitlige, endelige energiforbrug i perioden 2016-2018	EU, Direktiv om ændring af direktiv om energieffektivitet, 2018	●

Anm. De enkelte forpligtelser er angivet med henholdsvis grøn, gul eller rød for at illustrere status for opfyldelsen af forpligtelsen. Grøn indikerer, at forpligtelsen er opfyldt eller forventes opfyldt med allerede vedtagne virkemidler. Gul indikerer, at forpligtelsen kan opfyldes, men at det kræver yderligere virkemidler, mens rød indikerer, at forpligtelsen ikke længere kan opfyldes.

Kilde: Klimarådet.

EU-Kommissionen fremlægger en ny klima- og energipakke

I 2020 besluttede stats- og regeringscheferne i EU at øge EU's 2030-mål for reduktion af drivhusgasudledning. Målet blev hævet fra 40 pct. til 55 pct. reduktion i forhold til 1990. EU-Kommissionen fremlagde derfor i 2021 en klima- og energipakke, der skal sørge for, at EU når det nye 2030-mål. Pakken er lanceret under betegnelsen *Fit for 55* og indeholder både forslag til rammelovgivning, som sætter rammerne og angiver de tilladte udledninger i EU's forskellige sektorer, og supplerende forslag, som indeholder virkemidler, regler, specifikke forpligtelser og strategier. Boks 4.1 giver et overblik over de forskellige lovforslag.

Boks 4.1 Indhold af *Fit for 55*-pakken

EU-Kommissionens *Fit for 55*-pakke fra juli 2021 indeholder en lang række lovforslag. De fleste er revisioner af eksisterende direktiver og forordninger, mens andre er helt nye. Forslagene ses herunder:

Rammelovgivning:

- Kvotedirektivet
- Indsatsfordelingsforordningen (de ikke-kvoteomfattede sektorer)
- Forordningen om arealanvendelse og skov (Land Use, Land Use Change and Forestry - LULUCF).

Andre forslag:

- Forordningen om CO₂-krav for person- og varebiler
- Direktivet for vedvarende energi
- Energieffektivitetsdirektivet
- Forordning om infrastruktur for alternative brændstoffer
- Forordning om iblandingskrav for flybrændstof
- Forordning om vedvarende energi og lavemissionsbrændstof i skibe
- Energibeskatningsdirektivet
- Forordning om CO₂-grænsetilpasningsmekanisme
- Afgørelse om markedsstabilitetsreserven
- Ny solidaritetsfond til sikring mod fordelingsmæssige konsekvenser af klimapolitikken
- Ny skovstrategi for 2030
- Strategi for hurtig udrulning af infrastruktur for alternative brændstoffer.

EU-Kommissionen fremsætter løbende forslag til revision af andre EU-reguleringer med betydning for klimaindsatsen. Det gælder blandt andet bygningsdirektivet, som udkom i december 2021, og F-gasforordningen, som efter planen udkommer i begyndelsen af 2022, og forordningen om CO₂-krav til tunge køretøjer senere i 2022. Andre væsentlige EU-politikker, som den fælles landbrugspolitik også kaldet CAP, er ikke inkluderet i pakken, men vil dog stadig være relevante for at nå målene i 2030 og 2050. For en detaljeret gennemgang af de forskellige lovforslag henvises til regeringens grund- og nærhedsnotater til Folketinget, som kan findes på Folketingets hjemmeside.⁴

EU-Kommissionens lovpakke spænder bredere, end Klimarådet har mulighed for at analysere i dette kapitel. Derfor fokuserer dette kapitel på rammelovgivningen, som blandt andet fastsætter væsentlige forpligtelser for Danmark og har stor betydning for kulstoflækagerisikoen, samt udvalgte elementer af forslagene om transport. Det betyder dog ikke, at de fravalgte forslag ikke er væsentlige. Fx vil forslaget om en ændring af energieffektiviseringsdirektivet stramme EU's overordnede energieffektiviseringsmål og understrege princippet om, at energieffektivitet skal være udgangspunkt for den grønne omstilling. For medlemslandene indebærer forslaget blandt andet, at energibesparelser i slutforbruget vil skulle øges fra 0,8 pct. pr. år til 1,5 pct. pr. år fra 2024 og frem. Desuden foreslås der væsentligt skærpede krav til den offentlige sektors energiforbrug, herunder krav til energibesparelser i alle offentlige bygninger. Et andet eksempel er direktivet for vedvarende energi, der indeholder forslag til nye forpligtelser for CO₂-fortrængning i transporten, samt specifikke krav i transportsektoren, som øges. Konkret foreslås kravet for avancerede brændstoffer forhøjet fra reelt 1,75 pct. i 2030 til 2,2 pct., og der foreslås et nyt, specifikt krav for brugen af elektrobrændstoffer på 2,6 pct. i 2030.

Det er uvist, hvorvidt forslagene fra EU-Kommissionen vedtages i deres nuværende form. Forslagene er under behandling i Europa-Parlamentet og Ministerrådet, som sidenhen skal blive enige om en endelig lovtekst, før forslagene er endeligt vedtaget. Derfor er det muligt, at elementer af pakken bliver ændret, slettet, eller nye elementer tilføjes. Pakken er dog en samlet køreplan, der skal sikre opnåelsen af det lovmæssigt vedtagne reduktionsmål på 55 pct. i 2030. Det må derfor forventes, at store del af udspillet bliver vedtaget i sin nuværende eller en lettere revideret form, da eventuelle store ændringer kan føre til, at EU-målet i 2030 ikke nås. Hvis fx kravet om øgede energieffektiviseringer forkastes, så skal der vedtages alternative virkemidler med samme effekt

for, at målet stadig kan opfyldes.⁵ Så selvom der er usikkerheder om udfaldet af EU's fremtidige klima- og energipolitik, er det relevant allerede nu at analysere de mulige konsekvenser af *Fit for 55*-pakken for Danmark.

Lovpakkens konsekvenser er markante efter 2030

EU's overordnede klimarammelovgivning inddeler drivhusgasudledningerne i tre overordnede sektorer. Det er nødvendigt at vide for at kunne forstå de potentielle konsekvenser af *Fit for 55*-pakken. De tre sektorer er: kvotesektoren, ikke-kvotesektoren og sektoren for arealanvendelse og skov, også kaldet LULUCF-sektoren.

- **Kvotesektoren:** Kvotesektoren dækker i dag udledninger fra industri, elproduktion og luftfart inden for EU. Kvotesektoren stod for cirka 40 pct. af udledningerne i EU i 2019. Kvotesektoren reguleres via et kvotesystem, hvor virksomheder skal aflevere kvoter for hvert ton CO₂e, de udleder. Kvoterne deles enten gratis ud, eller de kan købes.
- **Ikke-kvotesektoren:** Ikke-kvotesektoren dækker udledninger fra transport, landbrug, private hjem, mindre erhvervsvirksomheder og mindre kraftvarmeverker samt fra spildevands- og affaldshåndtering. Ikke-kvotesektoren udgjorde cirka 60 pct. af udledningerne i EU i 2019 og reguleres ved, at hvert medlemsland får en reduktionsforpligtelse, som landet skal opfylde.
- **LULUCF-sektoren:** LULUCF-sektoren dækker både drivhusgasudledninger og -optag fra jorder og skove. Samlet set leverer sektoren i EU et nettooptag af CO₂, som svarer til cirka 6 pct. af udledningerne fra de øvrige sektorer. Optaget af CO₂ sker i skove, når skovene vokser. Udledningerne stammer blandt andet fra dyrkning af landbrugsjorder, dræning af lavbundsjorder og skovrydning. LULUCF-sektoren reguleres via nationale forpligtelser.

EU-Kommissionens lovforslag retter sig særligt mod at nedbringe udledningerne frem mod 2030. Men faktisk er en af de væsentligste konsekvenser af lovpakken, hvordan udledningerne i EU vil udvikle sig efter 2030. *Fit for 55*-pakken indeholder især tre betydelige ændringer, som sikrer væsentligt større reduktioner af udledningerne efter 2030 end med den nuværende regulering. Disse tre ændringer beskrives herunder.

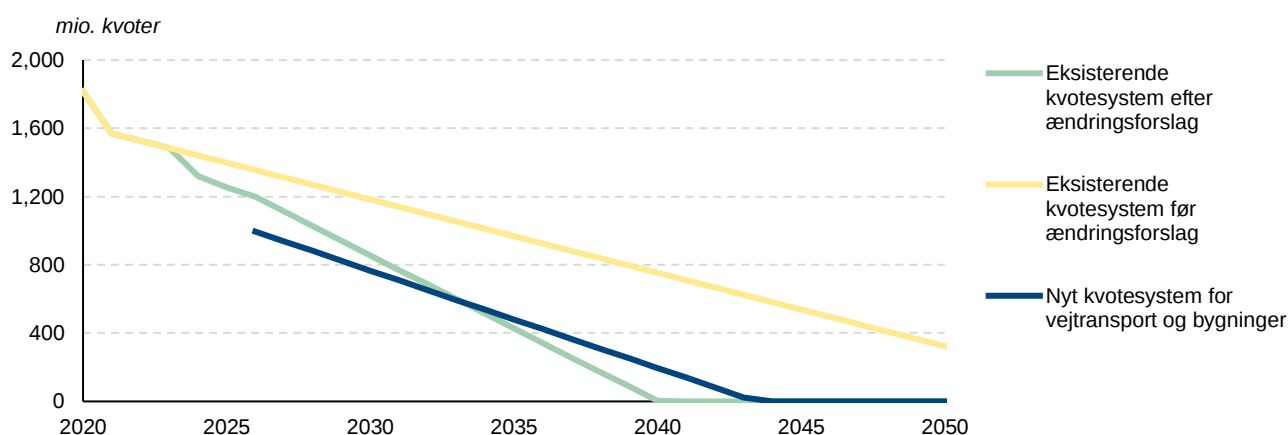
Nyt, separat kvotesystem for vejtransport og bygninger

Den første store ændring er forslaget om at oprette et nyt, separat kvotesystem for vejtransport og bygninger. Det foreslåede, nye kvotesystem vil virke ved, at sælgere af fossile brændsler afleverer en kvote for hvert ton CO₂e, som det solgte brændstof medfører. Det nye kvotesystem foreslås at gælde fra 2026, hvor der udstedes en given mængde kvoter. Herefter falder antallet af kvoter, der udstedes, støt med en bestemt takt hvert eneste år fremover. Med den foreslåede reduktionstakt for antallet af kvoter vil der ifølge Klimarådets beregninger ikke blive udstedt nye kvoter til fossilt energiforbrug i vejtransport og bygninger efter 2044. Det fremgår af figur 4.1.

Markant færre kvoter i det eksisterende kvotesystem

Den anden store ændring vil ske i det nuværende kvotesystem. Her foreslår EU-Kommissionen, at den samlede kvoteudstedelse reduceres med 61 pct. i 2030 set i forhold 2005. Til sammenligning er den nuværende planlagte reduktion i kvoteudstedelse på 43 pct. i 2030.

Reduktionen i kvoteudstedelsen fortsætter efter 2030, således at de sidste nye kvoter forventes udstedt i 2040 ifølge Klimarådets beregninger. Figur 4.1 viser forskellen mellem antallet af årligt udstedte kvoter med de nuværende regler og med de foreslåede regler. Totalt set vil forslaget reducere antallet af kvoter i det eksisterende kvotesystem med 13 mia. kvoter i perioden fra 2021, til der ikke længere udstedes kvoter. Det svarer til, at 45 pct. af den tidligere planlagte kvotemængde forsvinder. Udledninger er dog ikke nødvendigvis lig antallet af udstedte kvoter hvert år. Det skyldes, at det er muligt at gemme kvoter til fremtidige år, hvilket kan betyde, at udledningerne i et givent år kan ligge under kvoteudstedelsen og i et andet år ligge over. På denne måde er der oparbejdet et kvoteoverskud på over 1,5 mia. kvoter i 2021, som kan bruges i årene fremover til at udlede mere, end antallet af udstedte kvoter tilsiger.⁶ En del af kvoteoverskuddet vil dog blive trukket ud af markedet i den såkaldte markedsstabilitetsreserve. Markedsstabilitetsreserven er beskrevet nærmere senere i kapitlet, i boks 4.4.



Figur 4.1 Antallet af udstedte kvoter i EU's to kvotesystemer

Anm. 1: Den store nedgang i kvoteudstedelsen i 2021 skyldes blandt andet Storbritanniens udtræden af EU, som medførte, at kvoteudstedelsen blev reduceret.

Anm. 2: Kvoter til luftfarten er ikke inkluderet i figuren. Udledningerne fra EU's luftfart er relativt beskedne sammenlignet med andre sektorer. Derfor er antallet af luftfartskvoter også relativt beskedent. I 2021 blev der udstedt cirka 25 mio. kvoter til EU's luftfartssektor.

Kilde: Klimarådet.

Nettonuludledning for en kombineret LULUCF- og landbrugssektor i 2035

Den tredje store ændring i forslaget angår LULUCF-sektoren. Her foreslås det først og fremmest at etablere et skærpet EU-mål for 2030, hvor nettooptaget fra LULUCF-sektoren i EU samlet set skal nå op på 310 mio. ton CO₂e. Efter 2030 foreslås LULUCF-sektoren at blive slået sammen med landbrugets udledninger af metan og lattergas i en såkaldt landsektor. Landsektoren skal samlet opnå nettonuludledninger i 2035, hvilket betyder, at landbrugets udledninger skal opvejes af optaget i LULUCF-sektoren i 2035. Nettonulmålet for EU-landsektoren skal nås ved, at medlemsstaterne skal opfylde nationale forpligtelser i den nye landsektor. Efter 2035 lægges der op til, at landsektoren skal bidrage med et større optag af drivhusgasser end udledninger. Det skal ske for at kompensere for udledninger fra andre sektorer, hvor reduktionerne er særligt dyre eller vanskelige at nedbringe.

De foreslåede EU-mål vil kræve et langt større optag i LULUCF-sektoren, end der forventes med nuværende politik. Tabel 4.2 viser, at ifølge medlemsstaternes fremskrivninger bevæger landsektorens forventede udledninger sig i den forkerte retning frem mod 2030 i forhold til gennemsnittet for 2016-2018. Faktisk forventes udledningerne at stige med cirka 60 mio. ton CO₂e på grund af en forventet reduktion i CO₂-optaget fra skove frem mod 2030. Derfor er der brug for nye tiltag for at kunne nå de foreslåede mål for 2030 og 2035.

Tabel 4.2 Udledning fra landbruget og LULUCF i EU-27

mio. ton CO ₂ e	Gennemsnittet af årlige udledninger, 2016-2018	2030	EU-Kommissionens forslag til 2030-mål	EU-Kommissionens forslag til 2035-mål
Landbrug	392	381		
LULUCF	-267	-193	-310	
Landsektor nettoudledning	125	188		0

Anm. 1: Negative udledninger indikerer, at der er et nettooptag af CO₂e fra sektoren.

Anm. 2: Udledninger for EU i 2030 er baseret på medlemslandenes egne fremskrivninger for året 2030.

Kilde: Det Europæiske Miljøagentur, *Greenhouse gas projection - data viewer*, 2021.

Forslaget eliminerer eller kompenserer for store dele af udledningerne i 2045

De foreslåede ændringer indebærer, at mange sektorer vil være underlagt krav om nettonuludledninger. Hvis EU-Kommissionens forslag vedtages, vil cirka 85 pct. af EU's udledninger i dag være reduceret til nul eller opvejet af optag af CO₂ omkring 2045. De resterende udledninger stammer fra en række kilder i ikke-kvotesektoren fx mindre industri og energiforbrug i landbruget.

EU-reguleringen er sjældent statisk. Selv hvis *Fit for 55*-pakken vedtages, kan kvotesystemerne og reguleringen af landsektoren fortsat blive revideret frem mod 2045. Det er derfor usikkert, om udstedelsen af kvoter kommer til at følge forløbet i figur 4.1, og konklusionerne skal derfor tages med forbehold. Hvis forslaget bliver vedtaget, er det dog en meget vigtig ramme for klimapolitikken i EU og i medlemslandene.

4.2 EU-forpligtelser for ikke-kvotesektoren og LULUCF-sektoren

Fit for 55-pakken lægger op til, at Danmark vil få højere nationale reduktionsforpligtelser i både ikke-kvotesektoren og LULUCF-sektoren. Det kan få stor betydning for dansk klimapolitik. Danmark har allerede i dag en række EU-forpligtelser for 2030, men EU-Kommissionen lægger op til, at disse forpligtelser strammes væsentligt.

EU-Kommissionen foreslår at forhøje den reduktionsindsats, Danmark skal levere i ikke-kvotesektoren og LULUCF-sektoren. Netop disse to forpligtelser hænger tæt sammen, da overopfyldelse i den ene sektor i en vis udstrækning kan bruges til at kompensere for underopfyldelse i den anden sektor og vice versa. De foreslåede forpligtelser vil føre til, at Danmark skal reducere drivhusgasudledningerne i ikke-kvotesektoren og LULUCF-sektoren med samlet set over 22 mio. ton CO₂e frem mod 2030 sammenlignet med, hvad udledningerne ser ud til at blive med den nuværende politik.

Samtidig er det ikke længere sikkert, at de foreslåede EU-forpligtelser vil blive opfyldt, blot Danmark opfylder sin nationale 70-procentsmålsætning, som det er tilfældet med de nuværende EU-forpligtelser i 2030. Hvis man ikke ønsker at reducere udledningerne ud over, hvad 70-procentsmålet dikterer, kan der blive behov for et specifikt fokus på udledningerne i ikke-kvotesektoren og LULUCF-sektoren, når de nødvendige drivhusgasreduktioner skal findes for at nå 70-procentsmålet. Det kan fx betyde, at Danmark bør reducere udledningerne fra landbruget eller transportsektoren mere eller tidligere, end hvad der politisk er ønske om.

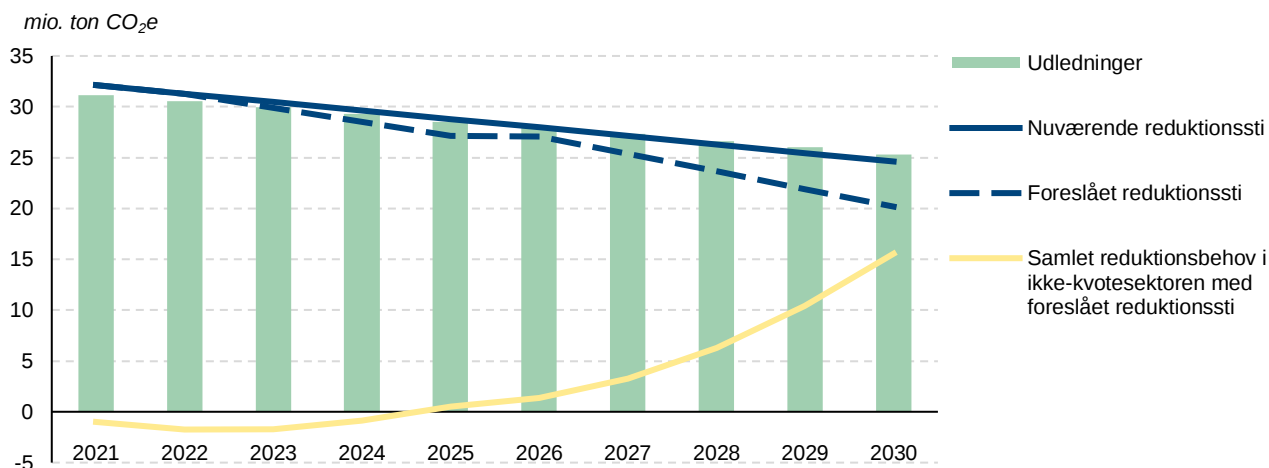
Foreslået forpligtelse i ikke-kvotesektoren giver stort reduktionsbehov

EU-Kommissionen lægger op til, at der skal ske flere reduktioner i ikke-kvotesektoren frem mod 2030 end tidligere aftalt. Forslaget lyder på at hæve de samlede reduktioner fra de nuværende 30 pct. til 40 pct. i 2030 set i forhold til 2005. For øjeblikket er der ikke fastlagt eller foreslået forpligtelser for perioden efter 2030. Reduktionsmålet nås ved, at hvert medlemsland får en national forpligtelse til at reducere udledningerne i ikke-kvotesektoren. For Danmark vil forslaget betyde, at den nuværende forpligtelse sættes op fra 39 pct. til 50 pct. reduktion i 2030 i forhold til 2005.

Forpligtelsen i ikke-kvotesektoren defineres som en reduktionssti. Det vil sige, at forpligtelsen sætter et samlet loft over udledningerne i hele perioden 2021-2030 og ikke kun i et specifikt år, sådan som den danske 2030-målsætning gør. Hvis et land har lidt højere udledninger et år, end reduktionsstien tillader, er det altså nødvendigt, at udledningerne er tilsvarende lavere et andet år. Reglerne for forpligtelsen sætter dog nogle begrænsninger for, hvor meget man kan overskride loftet de enkelte år, så det undgås, at lande udskyder den grønne omstilling.

Figur 4.2 illustrerer både den Danmarks reduktionssti med de nuværende regler og med EU-Kommissionens foreslåede reduktionssti. Figuren viser, at med den nuværende politik vil udledningerne i starten af perioden ligge under den foreslåede reduktionssti. Men fra 2023 begynder Danmarks udledninger at overstige den foreslåede reduktionssti. Hvis man lægger overskud og underskud sammen, får man det såkaldte reduktionsbehov, som angiver, hvor meget udledningerne skal reduceres med, for at forpligtelsen overholdes.

I figuren ses det, at Danmark fra 2025 kan forvente at have et reduktionsbehov, som fortsætter med at stige hvert år frem mod 2030. Klimarådets beregninger viser, at det samlede reduktionsbehov i 2030 vil være cirka 15,6 mio. ton CO₂e for hele perioden 2021-30, hvis EU-Kommissionens forslag vedtages. Dermed vil Danmark altså skulle reducere udledningerne med knap 16 mio. ton CO₂e frem mod 2030 ud over de reduktioner, som den nuværende politik forventes at medføre. Til sammenligning ser den nuværende forpligtelse ud til at blive opfyldt med en lille overopfyldelse på cirka 1 mio. ton CO₂e. Der er i beregningerne og figuren ikke taget højde for muligheden for at annullere CO₂-kvoter eller indregne LULUCF-kreditter. Desuden er landbrugsaftalens udviklingsspor ikke indregnet i figuren, da der endnu ikke er vedtaget virkemidler til at opfylde denne del af aftalen. Disse muligheder bliver nærmere behandlet senere i dette afsnit.



Figur 4.2 Danmarks nuværende og foreslåede ikke-kvotesektorforpligtelse

- Anm. 1: De grønne søjler indikerer udledningerne, som angivet i Energistyrelsens *Klimastatus og -fremskrivning 2021*. Dertil indregnes reduktionseffekten af landbrugsaftalens implementeringsspor, som angivet i aftalen. Effekterne fra implementeringssporet er indfaset lineært for årene 2022-2025 og 2025-2030, eftersom effekten af landbrugsaftalen kun er angivet for år 2025 og 2030. Effekten er angivet til henholdsvis 1,2 mio. ton CO₂e i 2025 og 1,9 mio. ton CO₂e i 2030, hvor cirka 40 pct. af reduktionen sker i ikke-kvotesektoren, og 60 pct. sker i LULUCF-sektoren.
- Anm. 2: Den gule streg angiver det samlede reduktionsbehov med det nye forslag i ikke-kvotesektoren under antagelse af, at udledningerne bliver som indikeret ved de grønne søjler.
- Anm. 3: Reglerne for forpligtelsen i ikke-kvotesektoren sætter begrænsninger på underskud i et givent år. Er underskuddet for stort, så tilskrives landet ekstraudledninger, hvilket øger reduktionsbehovet. I figuren og beregningerne af reduktionsbehovet er disse elementer ikke inkluderet, da hensigten er at identificere reduktionsbehovet for at opfylde forpligtelsen.
- Kilder: Klimarådet og Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2021*.

Regulering af LULUCF-sektoren forenkles, men skærpes efter 2026

EU-Kommissionen foreslår markante ændringer af, hvordan de nationale forpligtelser for LULUCF-sektoren indrettes. Konkret foreslås det, at perioden 2021-2030 deles op i to perioder med forskellige regler, hvor reglerne for perioden 2026-2030 indebærer en markant stramning i forhold til Danmarks nuværende forpligtelse. Reglerne er nærmere beskrevet i boks 4.2

Boks 4.2 Regulering af LULUCF-sektoren

Konkret foreslås det, at perioden 2021-2030 deles op i to perioder med forskellige regler.

- **Perioden 2021-2025:** EU-Kommissionen foreslår ikke store ændringer i denne periode, og LULUCF-sektoren reguleres fortsat med de eksisterende regler. Forpligtelsen bliver opgjort ved at sammenholde udledninger fra jorder og udledninger og optag i skove med et givent basisår eller referenceforløb. Fx skal der laves et referenceforløb for skovforvaltning, som estimerer, hvor meget CO₂e forvaltning af skovene ville optage eller udlede, hvis der ikke laves nye politiktiltag. Forpligtelsen kræver, at nettoudledningerne skal være lavere end referenceforløbet.⁷ Det har imidlertid været komplekst at fastlægge disse referenceforløb – både teknisk og politisk. Fx kan det være vanskeligt at estimere, hvor meget af skoven der vil blive fældet i referenceforløbet, og der har været en tendens til, at medlemslandene har estimeret mængden af skovfældning for højt. Det betyder, at når der efterfølgende bliver fældet mindre af skoven, opnås der LULUCF-kreditter. På den måde kan forpligtelsen overholdes, uden at der er behov for politiktiltag, der reducerer udledningerne eller øger optaget. Dermed er der risiko for, at denne metode fører til udvanding af klimamålene, som Klimarådet konkluderede det i 2018.⁸
- **Perioden 2026-2030:** I denne periode foreslås det, at de absolutte udledninger og optag fra jorder og skov skal tælle direkte i forhold til EU's klimamål. Dermed afskaffes problematikken med referenceforløb og basisår, og i stedet reguleres LULUCF-sektoren som andre sektorer. Hvert land får en national forpligtelse for, hvor meget LULUCF-sektoren må udlede eller skal optage i 2030, og der etableres en reduktionssti ned mod det fastsatte 2030-niveau. De nationale forpligtelser er baseret på medlemslandenes andel af det forvaltede areal i EU.

Danmark ser ud til at overopfylde forpligtelsen i perioden 2021-25. Det viser klimafremskrivningen, og det vil gælde både med den nuværende regulering og den foreslåede regulering, eftersom de er tæt på identiske i perioden. Den forventede overopfyldelse kan ikke overflyttes til perioden 2026-2030, hvor Danmark ser ud til at få et stort behov for drivhusgasreduktioner, hvis EU-Kommissionens forslag vedtages. Klimarådet har lavet en foreløbig beregning af konsekvenserne for Danmark. Her fremgår det, at Danmark vil få et reduktionsbehov i LULUCF-sektoren på cirka 6,7 mio. ton CO₂e for perioden 2026-30, hvis ikke der gennemføres yderligere tiltag, end dem der er aftalt i landbrugsaftalen fra 2021. Dette reduktionsbehov skal lægges oven i reduktionsbehovet for ikke-kvotesektoren. Sammenhængen mellem forpligtelserne i ikke-kvotesektoren og LULUCF-sektoren beskrives senere i dette afsnit.

Der er usikkerhed om reduktionsbehovet for 2026-2030. Det skyldes to faktorer: For det første har EU-Kommissionen lagt op til, at den præcise reduktionssti først fastlægges i 2025. Forslaget lægger op til et fastsat mål for udledningerne i 2030 for Danmark på 5,3 mio. ton CO₂e. Men dette niveau er fastsat efter fremskrivningen af udledningerne fra 2020, og da fremskrivningen i 2021 ændrede markant på både historiske og fremskrevne udledninger, forventes det, at enten det påkrævede 2030-niveau justeres, eller at Danmarks LULUCF-udledninger bliver justeret, så udledningerne matcher niveauet for fremskrivningen i 2020. Det vides endnu ikke med sikkerhed, hvordan EU-Kommissionen vil lave disse justeringer, hvis forslaget vedtages.

For det andet påvirkes reduktionsbehovet af usikkerheden forbundet med fremskrivningen af optag og udledninger i LULUCF-sektoren. Denne fremskrivning er flere gange blevet ændret fra år til år på grund af nye data, ændrede metoder til opgørelse af udledningerne eller vejrbetingede udsving. Foreløbige beregninger i Klimarådet indikerer, at der for perioden 2026-2030 ville være en overopfyldelse på cirka 5,8 mio. ton CO₂e, hvis fremskrivningen for 2019 blev lagt til grund og ligeledes en overopfyldelse på cirka 5,3 mio. ton CO₂e med fremskrivningen fra 2020. Dette står i kontrast til reduktionsbehovet på cirka 6,7 mio. ton CO₂e med 2021-fremskrivningen. De store forskelle i fremskrivningerne er beskrevet nærmere i boks 4.3.

I februar 2022 blev der udgivet en del af den kommende LULUCF-fremskrivning. Her bliver udledningerne for skove vurderet væsentligt lavere end i den tidligere fremskrivning. Det er dog ikke muligt at genberegne reduktionsbehovet for LULUCF-forpligtelsen, fordi der mangler tal for, hvor høje udledningerne var i 2016-2018.

Umiddelbart ser den nye fremskrivning ud til at føre til et lidt mindre reduktionsbehov end med fremskrivningen fra 2021.

Boks 4.3 Usikkerheder ved opgørelse og fremskrivning af LULUCF-sektorens optag og udledninger

Der er en del usikkerhed ved fremskrivning af og opgørelse af udledninger og optag i LULUCF-sektoren. Det skyldes især to forhold. For det første er der stor variation i LULUCF-sektorens udledninger og optag fra år til år på grund af den indflydelse, vejret har. For det andet så sker det relativt ofte, at der kommer ny viden, som medfører ændringer i, hvordan fremskrivningen laves, eller udledninger opgøres. Fx steg udledningerne markant fra 2017 til 2018, dels fordi 2018 var et meget tørt år, dels fordi arealet af kulstofrige lavbundsjord i landbruget blev opjusteret med godt 50 pct. Til gengæld faldt de samlede LULUCF-udledninger igen meget markant fra 2018 til 2019, hvilket hovedsagelig skyldes en ændret skovopgørelse. Det er vist i tabel 4.3 nedenfor.

Tabel 4.3 LULUCF-optag og -udledninger 2017 til 2019

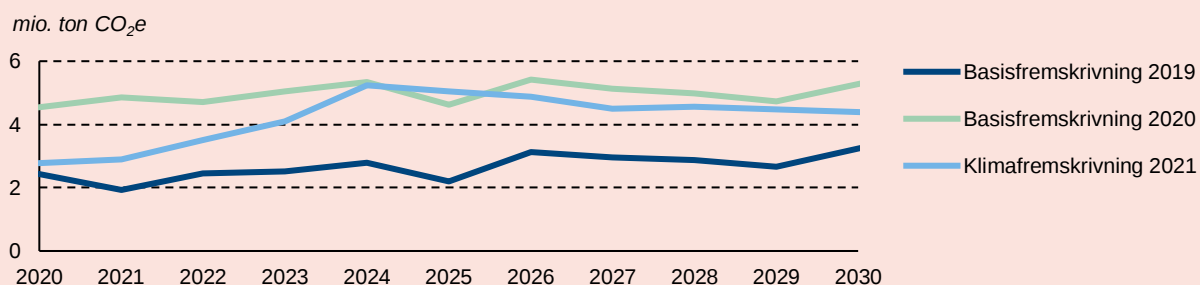
mio. ton CO ₂ e	2017	2018	2019
LULUCF-udledning	3,0	6,6	2,4
- heraf skov	-0,1	0,2	-2,9
- heraf dyrket jord	3,1	6,0	5,0

Anm. 1: Negative tal indikerer optag af CO₂e. Positive tal indikerer udledning af CO₂e.

Anm. 2: Tallene er fra forskellige fremskrivninger: 2017-tallene er fra fremskrivningen fra 2019, 2018-tallene er fra fremskrivningen fra 2020, og 2019-tallene er fra fremskrivningen fra 2021.

Kilder: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019*; Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2020* og Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2021*.

Der har været betydelig variation i fremskrivningen af LULUCF-udledningerne. I figur 4.3 nedenfor ses fremskrivningen af udledninger fra de seneste tre klimafremskrivninger for årene 2020-2030. Fremskrivningen fra 2019 forventede udledninger i LULUCF-sektoren i 2030 på 3,2 mio. ton CO₂e, som steg til 5,3 mio. ton CO₂e i fremskrivningen fra 2020 for så igen at falde i fremskrivningen fra 2021.



Figur 4.3 Fremskrevne nettoudledninger i LULUCF-sektoren

Kilder: Energistyrelsen, *Basisfremskrivning 2019*; Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2020* og Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2021*.

Forpligtelserne hænger tæt sammen

EU-forpligtelserne for ikke-kvotesektoren og LULUCF-sektoren hænger tæt sammen. Det skyldes, at overopfyldelse i den ene sektor kan bruges til at dække underopfyldelse i den anden. Forbindelsen mellem LULUCF-sektoren og ikke-kvotesektoren gør, at man som udgangspunkt kan se samlet på de to forpligtelser.

I ikke-kvotesektoren kan LULUCF-kreditter bruges til at mindske reduktionsbehovet. LULUCF-kreditter skabes, når et land overopfylder sin LULUCF-forpligtelse. I den nuværende regulering kan Danmark maksimalt benytte 14,6 mio. LULUCF-kreditter til at nedbringe reduktionsbehovet i ikke-kvotesektoren. Dette foreslås ændret,

således at der maksimalt kan bruges 7,3 mio. kreditter fra hver af de to LULUCF-forpligtelsesperioder, 2021-2025 og 2026-2030. LULUCF-kreditter fra første periode kan dog ikke overføres til næste periode.

Danmark forventes at få en stor mængde kreditter i første periode, men der forventes kun at være et lille reduktionsbehov i ikke-kvotesektoren på cirka 0,5 mio. ton CO₂e i denne periode. Derfor kan Danmark kun bruge cirka 0,5 mio. LULUCF-kreditter fra overopfyldelsen af perioden 2021-2025. For perioden 2026-2030 forventes Danmark derimod ikke at opfylde den foreslåede LULUCF-forpligtelse, med mindre der sker yderligere reduktioner. Danmark forventes dermed ikke at få LULUCF-kreditter i denne periode, som kan benyttes i ikke-kvotesektorforpligtelsen. I LULUCF-sektoren er der ikke begrænsning på, hvor mange udledningstilladelser fra ikke-kvotesektoren man kan benytte til at opfylde LULUCF-forpligtelsen.

Eftersom de to EU-forpligtelser hænger sammen, står Danmark med et samlet reduktionsbehov på i alt cirka 22 mio. ton CO₂e. Heraf kommer de 15,6 mio. ton CO₂e fra ikke-kvotesektoren og 6,7 mio. ton CO₂e kommer fra LULUCF-sektoren.

To muligheder for fleksibilitet kan gøre det lettere at opfylde EU-forpligtelserne

Foruden at reducere udledningerne i ikke-kvotesektoren og LULUCF-sektoren, kan både de nuværende og de foreslåede forpligtelser opfyldes via såkaldte fleksibilitetsmekanismer. Disse muligheder kan benyttes til at mindske reduktionsbehovet uden at reducere udledningerne i den respektive sektor, men i stedet reducere udledningerne andre steder.

Der er hovedsageligt to muligheder for fleksibilitet:

1. **Handel med andre landes overopfyldelse af forpligtelserne.** Både ikke-kvoteforpligtelsen og LULUCF-forpligtelsen kan opfyldes ved køb af udledningsrettigheder fra andre medlemslande. Nogle medlemslande planlagde delvist at opfylde deres ikke-kvotesektorforpligtelser for perioden 2013-20 ved køb af udledningsrettigheder fra andre lande, men Klimarådet har ikke kunnet finde detaljer om handler.⁹ Lige nu er det svært at sige, hvor stort markedet for disse udledningsrettigheder bliver, men med potentielt forhøjede forpligtelser er der risiko for, at meget få lande er interesserede i at sælge deres udledningsrettigheder.
- **Kvoteannullering.** Reduktionsbehovet i ikke-kvotesektoren kan også nedbringes via annullering af CO₂-kvoter fra kvotesektoren. En række lande har fået mulighed for at annullere en begrænset mængde CO₂-kvoter fra kvotesektoren, og på den måde nedskrives reduktionsbehovet i ikke-kvotesektoren svarende til antallet af kvoter, der annulleres. Når et land annullerer en kvote, så går landet glip af den indtægt, salget af kvoten ville have givet. Dermed betaler landet reelt kvoteprisen, hver gang der annulleres en kvote. Danmark har mulighed for at annullere cirka 8 mio. kvoter i perioden 2021 til 2030, og det ændres ikke med forslaget fra EU-Kommissionen. Regeringen har bundet sig til at annullere 0,8 mio. CO₂-kvoter om året fra 2021 til 2025. Med kvoteprisen, som den var i starten af 2022 på cirka 600 kr. pr kvote, vil den planlagte annullering af 0,8 mio. CO₂-kvoter koste staten lidt under 500 mio. kr. om året.¹⁰ Dog har regeringen endnu ikke taget stilling til, om de annullerede kvoter skal benyttes til at nedbringe reduktionsbehovet. Derfor er annullering af kvoter ikke taget med i beregningen af reduktionsbehovet.

Nye EU-forpligtelser bør tænkes sammen med opfyldelsen af 70-procentsmålet

Danmarks EU-forpligtelser bør ses i sammenhæng med det overordnede danske 70-procentsmål i 2030. Ved at sammentænke de nye EU-forpligtelser og 70-procentsmålet, kan man undgå at få brug for at købe udledningsrettigheder i andre lande eller undgå at blive tvunget til at overopfylde enten EU-forpligtelserne eller 70-procentsmålet.

Dansk klimapolitik har siden 2019 haft fokus rettet mod 70-procentsmålet i 2030. Og med de nuværende EU-forpligtelser er der ikke behov for at planlægge specifikt for disse forpligtelserne, da disse allerede ser ud til at blive opfyldt. Et væsentligt spørgsmål er derfor, om de foreslåede, forhøjede forpligtelser fortsat bliver opfyldt automatisk, hvis Danmark opfylder 70-procentsmålet i 2030. Hvis dette er tilfældet, vil forslaget om forhøjede forpligtelser ikke få den store betydning for dansk klimapolitik. Hvis det ikke er tilfældet, så kan dansk klimapolitik

ikke længere kun fokusere på det nationale 70-procentsmål, og opfyldelse af EU-forpligtelserne bør indgå i en samlet plan for opfyldelsen af Danmarks mål.

For at svare på det ovenstående spørgsmål tager Klimarådet udgangspunkt i de fire scenarier, Energistyrelsen har lavet, som opfylder 70-procentsmålet på forskellige måder. Scenarierne fokuserer på fire forskellige veje til 70-procentsmålet og målet om nettonuludledninger i 2050. De fire scenarier kaldes elektrificering, bioenergi, CO₂-optag og -lagring samt adfærdsændringer. Fælles for alle scenarierne er, at de går længere, end hvad allerede vedtaget politik opnår. Fx indeholder scenarierne flere elbiler, end transportaftalen fra 2020 sikrer, og væsentlige dele af landbrugsaftalens udviklingsspor indgår i de fire scenarier. Det er dog muligt at reducere udledningerne i landbruget mere end i scenarierne, hvis det fulde udviklingsspor fra landbrugsaftalen implementeres. Men der mangler fortsat virkemidler, der kan sikre, at reduktionerne faktisk bliver realiseret. De fire scenarier er nærmere beskrevet i kapitel 3.

Scenarierne sammenholdes med reduktionsbehovet identificeret for de foreslåede, forhøjede EU-forpligtelser for at se, om et eller flere scenarier opfylder EU-forpligtelserne. Jo flere scenarier, der kan opfylde reduktionsbehovet, jo større er sandsynligheden for, at Danmark automatisk opfylder EU-forpligtelserne, så længe vi opfylder 70-procentsmålet.

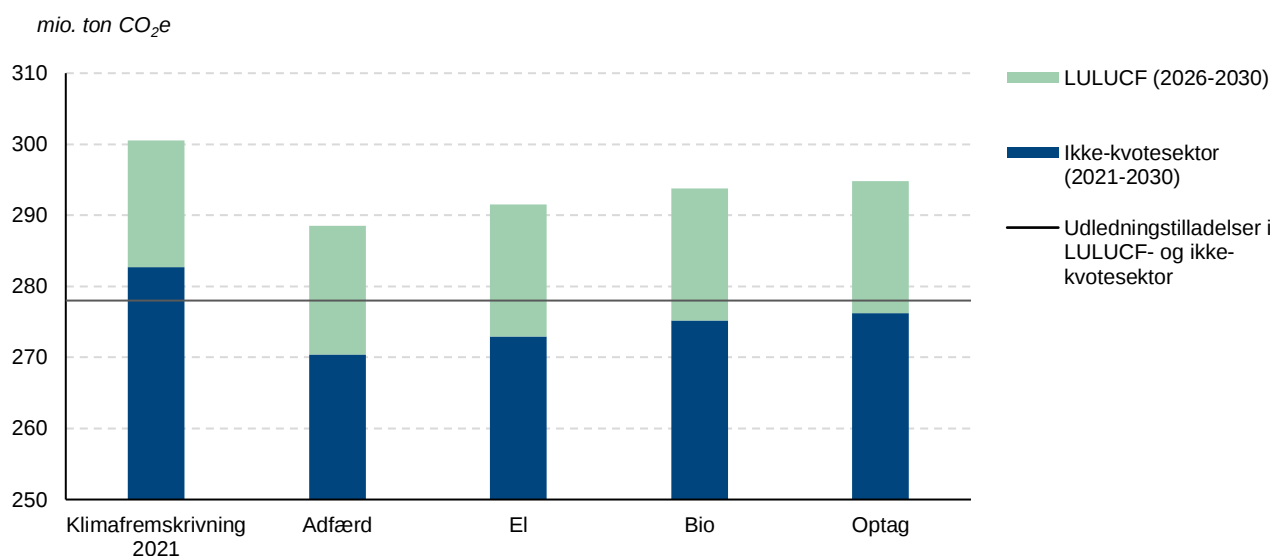
Scenarier kan belyse, hvor afgørende de foreslåede EU-forpligtelser kan blive

Figur 4.4 viser de samlede udledninger fordelt på Energistylens fire scenarier og klimafremskrivningen fra 2021, som dog ikke opfylder 70-procentsmålet i ikke-kvotesektoren fra 2021-2030 og LULUCF-sektoren fra 2026-2030. Perioderne er forskellige, fordi forpligtelsesperioderne er forskellige, hvilket er beskrevet tidligere.

For at kunne sammenligne de potentielle konsekvenser af forhøjede EU-forpligtelser i Energistylens scenarier for 2030, er det nødvendigt at udregne de samlede udledninger for hvert scenarie. Energistyrelsen angiver udledningerne for de fire scenarier i år 2030, men ikke årene op til. Derfor har Klimarådet antaget, at udledningerne på vej mod 2030 indfases gradvist fra 2025, hvor den største del af reduktionerne materialiserer sig i de sidste år op til 2030. Klimarådet har ikke analyseret, om de fire scenarier opfylder Danmarks 2025-mål, da analysen her fokuserer på udledningerne i ikke-kvotesektoren og LULUCF-sektoren frem mod 2030. 2025-målet beskrives nærmere i kapitel 5.

Der er som udgangspunkt ingen af de fire scenarier, der opfylder de foreslåede EU-forpligtelser. Det ses af figur 4.4, at de samlede udledninger i alle fire scenarier overstiger den samlede, foreslåede tilladte udledning i ikke-kvotesektoren og LULUCF-sektoren. Reduktionsbehovet i de forskellige scenarier kan aflæses i figuren på forskellen mellem søjlerne og den grå streg. I 2021-fremskrivningen er udledningerne samlet set ca. 300 mio. ton CO₂e, men forpligtelserne tillader kun en udledning på ca. 278 mio. ton CO₂e, og dermed er det samlede reduktionsbehov ca. 22 mio. ton CO₂e. Reduktionsbehovet er også angivet i tabel 4.4.

Alle scenarierne nedbringer reduktionsbehovet i ikke-kvotesektoren, mens ingen af scenarierne har markante reduktioner i LULUCF-sektoren ud over, hvad der er besluttet i landbrugsaftalen fra 2021. Alle scenarierne har markante reduktioner i transportsektoren og/eller landbruget i forhold til klimafremskrivningen, hvilket er de to store sektorer i ikke-kvotesektoren. Elscenariet har den største reduktion i transportudledningerne på 30 pct. i 2030 i forhold til klimafremskrivningen, mens adfærdsscenariet reducerer landbrugsudledninger mest med i alt 35 pct. i 2030 i forhold til fremskrivningen. Samlet set har adfærdsscenariet de største reduktioner i ikke-kvotesektoren og er dermed tættest på at opfylde den foreslåede forpligtelse. Som navnet indikerer indeholder adfærdsscenariet store adfærdsændringer, fx hvad angår kostvaner i Danmark og resten af verden og danskernes transportvaner. Hvorvidt disse adfærdsændringer kan realiseres i virkeligheden er usikkert.



Figur 4.4 Samlede udledninger i forpligtelsesperioden for ikke-kvotesektor og LULUCF-sektor fordelt på scenarier

Anm.: Bemærk, at y-aksen ikke starter ved 0. Dette er gjort for at kunne se forskellen mellem de fire scenarier.

Kilde: Klimarådet; Regeringen, *Klimaprogram 2021* og Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2021*.

Valget mellem Energistyrelsens fire scenarier er blot en af flere faktorer, der afgør størrelsen af reduktionsbehovet. Foruden flere reduktioner eller øget optag i LULUCF-sektoren eller flere reduktioner i ikke-kvotesektoren kan reduktionsbehovet begrænses yderligere. Tre faktorer kan bidrage til, at reduktionsbehovet nedbringes i hvert af de fire scenarier og i nogle tilfælde endda opfyldes, nemlig tidlig indfasning, indregning af optag fra biokul eller kvoteannullering.

- **Tidlig indfasning:** Som nævnt tidligere er EU-forpligtelserne formuleret som et loft over udledningerne i en given periode. Derfor er det meget væsentligt, hvornår drivhusgasreduktionerne indfases. Fx vil en elbil solgt i 2025, der fortrænger en benzinbil, levere drivhusgasreduktioner til EU-forpligtelserne i flere år, end en elbil solgt i 2029. En hurtigere indfasning end antaget i figur 4.4 vil dermed nedbringe reduktionsbehovet.
- **Indregning af optag af CO₂ fra biokul:** For flere af scenarierne spiller optag af CO₂ via biokul en væsentlig rolle. Det gælder især for bioscenariet. Biokul som kilde til CO₂-optag er beskrevet nærmere i afsnit 3.5. Det er på nuværende tidspunkt uvist, om CO₂-optaget fra biokul skal tælles med i ikke-kvotesektoren, kvotesektoren eller LULUCF-sektoren. EU-Kommissionen vil foreslå regler for, hvordan de forskellige kilder til CO₂-optag skal indregnes i slutningen af 2022. Såfremt biokul kan tælles med i LULUCF-sektoren eller i ikke-kvotesektoren, kan det nedbringe reduktionsbehovet.
- **Kvoteannullering:** Ikke-kvotesektorforpligtelsen kan opfyldes delvist via annullering af CO₂-kvoter. Danmark har adgang til at annullere kvoter svarende til 0,8 mio. ton CO₂ om året fra 2021 til 2030. Indtil videre har Danmark bundet sig til at annullere kvoter til 2025 svarende til 4 mio. kvoter.

Forhøjede EU-forpligtelser vil ikke automatisk blive opfyldt med 70-procentsmålet

Reduktionsbehovet i de fire scenarier er vist i tabel 4.4. Tabellen viser også reduktionsbehovet koblet til effekten af de forskellige faktorer i de forskellige scenarier. Et negativt tal betyder, at reduktionsbehovet nedbringes. Det resterende reduktionsbehov efter et givent tiltag er angivet i parentes, hvor et negativt reduktionsbehov angiver, at de samlede, foreslåede EU-forpligtelser opfyldes. Hvis det resterende reduktionsbehov er positivt, så udestår der omvendt et reduktionsbehov, selvom scenariet opfylder 70-procentsmålet. Tabellen angiver først effekten af de tre tiltag isoleret set, og derefter fremhæves to kombinationer af tiltag.

Tabel 4.4 viser et relativt stort udfaldsrum, hvis en eller flere af de tre faktorer, såsom hurtigere indfasning, indregning af biokul eller kvoteannullering, anvendes. Hvis ingen af de tre faktorer kommer i spil, så vil Danmark stå med et stort reduktionsbehov for at opfylde EU-forpligtelserne, selvom Danmark opfylder sit 70-procentsmål. Og det er kun i få tilfælde tilstrækkeligt at inkludere én faktor i beregningerne. Fx kan kvoteannullering ikke alene sikre, at forpligtelserne opfyldes. Kun adfærdsscenarioet med hurtigere indfasning har en effekt (-14 mio. ton CO₂e), der er større end reduktionsbehovet i scenariet (10 mio. ton CO₂e).

Tabel 4.4 Effekt af forskellige faktorer på reduktionsbehovet i scenarier, der opfylder 70-procentsmålet

mio. ton CO ₂ e	Adfærd	Ei	Bio	Optag
Reduktionsbehov i udgangspunktet	10	13	16	17
Effekt af isolerede tiltag				
Hurtigere indfasning	-14 (-4)	-12 (1)	-11 (5)	-11 (6)
Besluttet kvoteannullering	-4 (6)	-4 (9)	-4 (12)	-4 (13)
Yderligere kvoteannullering	-4 (2)	-4 (5)	-4 (8)	-4 (9)
Indregning af optag: Biokul	-1 (9)	-1 (12)	-5 (11)	0 (17)
Effekt af kombinationer af tiltag				
Hurtigere indfasning, besluttet kvoteannullering	-17 (-7)	-16 (-3)	-14 (2)	-14 (2)
Hurtigere indfasning, indregning af biokul	-15 (-5)	-13 (0)	-17 (-2)	-10 (7)

Anm. 1: Tabellen angiver effekten på udledningerne ved et givent tiltag. Effekterne er negative, fordi tiltagene gør reduktionsbehovet mindre. Tallet i parentes angiver reduktionsbehovet, efter effekten er fratrasket reduktionsbehovet i udgangspunktet som angivet i den øverste lysegrå række.

Anm. 2: Faktoren hurtigere indfasning har indflydelse på effekten af indregning af optag. Derfor er det ikke muligt at lægge tiltagene sammen. Derfor er der inkluderet to rækker med kombinationer af faktorer. Det er dog ikke udtryk for udtømmende muligheder.

Anm. 3: Hurtigere indfasning er beregnet som en lineær indfasning af drivhusgasreduktioner i hvert scenario fra 2025 til 2030. I Klimarådets beregning af udgangspunktet for reduktionsbehovet er det antaget, at reduktionerne sker gradvist fra 2025, og at de fleste reduktioner sker sidst i perioden.

Anm. 4: Grundet usikkerhed er effekterne afrundet til nærmeste mio. ton CO₂e.

Kilde: Klimarådet.

Hvis der kommer flere faktorer helt eller delvist i spil, så kan flere scenarier opfylde forpligtelserne. Fx vil hurtigere indfasning kombineret med effekten af den allerede besluttede kvoteannullering i elscenariet føre til, at forpligtelserne opfyldes. En kombination af hurtigere indfasning og indregning af optag via biokul gør, at både elscenariet, bioscenariet og adfærdsscenarioet opfylder forpligtelserne. Optag fra biokul, der lagres i landbrugsjorden, spiller en stor rolle i bioscenariet, og derfor kan det sikre, at forpligtelserne opfyldes i bioscenariet. Ingen af scenarierne kan dog opfylde forpligtelserne uden en hurtigere indfasning, selvom adfærdsscenarioet er tæt på.

Der er stor usikkerhed om LULUCF-opgørelserne

Der er stor usikkerhed om opgørelserne og fremskrivningerne i LULUCF-sektoren. Det giver en væsentlig usikkerhed i resultaterne fra analysen for opfyldelsen af de foreslåede EU-forpligtelser. Som nævnt tidligere ville reduktionsbehovet være vendt til en opfyldelse af forpligtelsen, hvis tidligere fremskrivninger blev lagt til grund. Det understreger, at der er en relativt stor risiko for store ændringer fremover også.

De store usikkerheder kan gøre det relevant at lave en følsomhedsberegning af reduktionsbehovet. Klimarådet har derfor lavet en følsomhedsberegning af et reduktionsbehov, som er henholdsvis 100 pct. større eller lavere for

LULUCF-forpligtelsen. Følsomhedsberegninger er lavet ved at sætte reduktionsbehovet henholdsvis 6,7 mio. ton CO₂e større eller lavere end det udregnede, svarende til 100 pct. afvigelse.

Hvis reduktionsbehovet i LULUCF-sektoren ender med at være 100 pct. højere end i udgangspunktet, så vil kun adfærdsscenarioet med hurtigere indfasning og delvis kvoteannullering kunne opfylde forpligtelserne, hvis der isoleret ses på de mulige kombinationer, der fremgår af tabel 4.4. Hvis reduktionsbehovet omvendt bliver 100 pct. mindre svarende til, at der ikke er et reduktionsbehov i LULUCF-sektoren, så er konklusionen stadig, at ingen af scenarierne i udgangspunktet vil opfylde ikke-kvotesektorforpligtelsen. Men reduktionsbehovet reduceres væsentligt, så der opstår mange kombinationer af scenarierne og indregning af de tre fremhævede faktorer, som vil kunne opfylde det tilbageværende reduktionsbehov. Fx vil alle scenarier med hurtigere indfasning kunne opfylde forpligtelserne, og for adfærdsscenarioet og elscenarioet kan fuld kvoteannullering sikre, at forpligtelserne opfyldes uden tidligere indfasning af reduktionerne. Følsomhedsberegningen ændrer ikke på, at man ikke længere kan antage, at så længe 70-procentsmålet opfyldes, så opfyldes de foreslåede EU-forpligtelser også.

Usikkerheden i opgørelserne og fremskrivningerne i LULUCF-sektoren er så store, at de bør håndteres bedre for at mindske usikkerheden for dansk klimapolitik og opfyldelse både af danske klimamål og af EU-forpligtelserne. Ovenfor er regnet med en usikkerhed på plus-minus 100 pct., men som tidligere beskrevet varierer fremskrivningerne så meget, at der er risiko for større usikkerhed end 100 pct. Den store usikkerhed betyder ikke, at man skal vente med at planlægge initiativer. I stedet kan usikkerheden delvist håndteres ved at sigte efter en overopfyldelse af LULUCF-forpligtelsen. Det vil dog være dyrt at håndtere usikkerheden ved en meget stor overopfyldelse af forpligtelsen. Derfor er der behov for, at man nedbringer usikkerheden ved at få gjort fremskrivningerne mere robuste fx gennem uafhængig kvalitetssikring.

Forhøjede EU-forpligtelser vil kræve selvstændigt fokus

Det er muligt at opfylde 70-procentsmålet og EU-forpligtelserne samtidigt. Men det er langt fra sikkert og vil kræve et særligt fokus på ikke-kvotesektoren og LULUCF-sektoren. Tabel 4.4 viser, at der er mange forskellige faktorer i spil. Derfor er det væsentligt, at regeringen ikke kun har fokus på Danmarks 70-procentsmål, men også holder sig de to forpligtelser for LULUCF-sektoren og ikke-kvotesektoren for øje, hvis de vedtages.

Landbruget og transportsektoren er to af de sektorer, der både fylder mest i forhold til 70-procentsmålet og forpligtelserne i ikke-kvotesektoren og LULUCF-sektoren. Derfor kan det blive nødvendigt at lave en særlig indsats her. For landbrugets vedkommende indeholder alle scenarier større eller mindre dele af landbrugsaftalens udviklingsspor. Udviklingssporet omfatter endnu ikke færdigudviklede teknologier til at reducere udledningerne og andre tiltag, hvor der endnu ikke er strategier eller virkemidler til at implementere tiltagene. Ingen af scenarierne medtager dog det fulde udviklingsspor. Hvis regeringen fokuserer på implementering af alle elementerne af udviklingssporet, vil det bidrage væsentligt til opfyldelsen af EU-forpligtelserne. En fuld implementering af udviklingssporet vil derudover bidrage til at nå målet for reduktion i landbruget, som fremgår af landbrugsaftalen 2021.

For transporten er der i alle fire scenarier indregnet flere elbiler, end der forventes at komme via transportaftalen fra 2020. Denne aftale vil sikre cirka 730.000 ifølge klimafremskrivningen 2021. Transportaftalen har dog som ambition at nå 1 mio. elbiler i 2030. I elscenarioet når bestanden af personbiler og varebiler på el, inklusive plug-in-hybrider, over 1,2 mio. elbiler, mens der nås lidt færre elbiler i adfærdsscenarioet og optagsscenarioet, over 1 mio. Skal man finde flere reduktioner i transportsektoren, end scenarierne lægger op til, er der behov for markante virkemidler eller adfærdsendringer. Hvis regeringen omvendt vælger en strategi for 70-procentsmålet med færre reduktioner i ikke-kvotesektoren og LULUCF-sektoren, så kan det blive endog meget svært at opfylde EU-forpligtelserne, hvis de vedtages i deres nuværende form.

Foruden yderligere reduktioner i udledninger fra landbrug og transport vil en hurtigere indfasning også kunne bidrage væsentligt til at opfylde EU-forpligtelserne. Jo tidligere drivhusgasudledninger reduceres, jo større er sandsynligheden for, at de foreslåede EU-forpligtelser opfyldes. En tidlig indsats vil ligeledes kunne bidrage til at nå Danmarks 2025-mål.

Hvis den danske klimaindsats fokuseres i ikke-kvotesektoren og LULUCF-sektoren, vil Danmark samtidig bane vejen for den langsigtede omstilling til nettonul senest i 2050. Kapitel 3 om nettonul i 2050 viste netop et stort

behov for et øget fokus på reduktionsindsatser, hvis også Danmarks langsigtede mål om klimaneutralitet i 2050 skal indfries.

EU-Kommissionen foreslår ikke fælleseuropæiske virkemidler for landbruget

Fælleseuropæiske virkemidler kan hjælpe medlemslandene med at nå deres forpligtelser, og EU-Kommissionen foreslår en række fælleseuropæiske virkemidler i transportsektoren. Forslagene er blandt andet skærpede CO₂-standarder for biler og lette køretøjer, CO₂-kvoter for vejtransporten eller krav til brug af elektrobrændstoffer. Forslagene vil hjælpe Danmark med at opfylde ikke-kvoteforpligtelsen, fordi det sikrer produktion og teknologiudvikling inden for fx elbiler eller elektrobrændstoffer, som er nødvendige for at reducere udledningerne. Afsnit 4.4 beskriver forslaget om CO₂-standarder for biler og lette køretøjer.

EU-Kommissionen foreslår ingen virkemidler rettet mod at nedbringe landbrugets udledninger. Her er der kun krav om reduktion i ikke-kvotesektoren. Landbruget fylder dog markant mindre i EU end i Danmark, eftersom landbrugets udledninger i EU udgør 20 pct. af de samlede ikke-kvotesektorudledninger i 2020, mens det er næsten 40 pct. i Danmark. Derfor er det ikke sikkert, at kravet i ikke-kvotesektoren er tilstrækkeligt til at sikre teknologiudvikling eller produktionsmetoder til klimavenlige fødevarer. De manglende fælleseuropæiske virkemidler er en udfordring for Danmark, fordi Danmark kan få behov for at indføre virkemidler, der svækker konkurrenceevnen inden for landbruget i forhold til andre EU-lande. Afsnit 6.3 beskriver denne problemstilling nærmere.

4.3 Fit for 55-pakkens betydning for en dansk drivhusgasafgift

Afgifter spiller en væsentlig rolle i en omkostningseffektiv grøn omstilling. Klimarådet har ved flere lejligheder anbefalet en ensartet drivhusgasafgift som drivkraften, der skal sikre, at Danmark når sine klimamål. EU-Kommissionen har fremsat flere forslag, som, hvis de vedtages, kan få betydning for, hvordan Danmark bør indrette en generel drivhusgasafgift, der også tager hensyn til risikoen for kulstoflækage. Det gælder især forslagene om kvotesystemet, ikke-kvotesektoren og CO₂-toldmekanismen.

Ændring af kvotesystemet vil gøre det nemmere at indføre en dansk CO₂-afgift

En væsentlig problemstilling for en national CO₂-afgift er påvirkningen af konkurrenceevnen for virksomheder, der skal betale en højere CO₂-afgift end konkurrenter i udlandet. Mistet konkurrenceevne kan føre til udflytning af virksomheder og dermed også af de udledninger, som virksomheden har. Denne udflytning af udledninger kaldes også kulstoflækage. Hvis der er fuld kulstoflækage, så vil en reduktion på 1 ton CO₂ i Danmark blot føre til en stigning på 1 ton CO₂ i udlandet. Potentielt kan kulstoflækagen også være højere end 100 pct. af udledningerne i Danmark, hvis produktionen i udlandet medfører større udledninger end den tilsvarende produktion i Danmark.

EU-Kommissionens foreslåede stramning af det eksisterende kvotesystem vil mindske risikoen for kulstoflækage for de sektorer, som er underlagt kvotesystemet. Det må forventes, at reduktionen i antallet af CO₂-kvoter vil få kvoteprisen til at stige, og der er allerede sket en markant stigning i prisen, siden *Fit for 55*-pakken blev offentliggjort. Jo højere kvoteprisen er, jo mindre ekstra afgift er det nødvendigt at pålægge danske virksomheder for at nå vores nationale klimamål, såfremt der gives fradrag i den danske afgift for kvoteprisen, som Klimarådet anbefaler i kapitel 6.2. EU-Kommissionens forslag kan med andre ord reducere en eventuel dansk CO₂-afgifts negative konsekvenser for konkurrenceevnen.

Hvor meget konkurrenceevnen for danske virksomheder påvirkes af en dansk CO₂-afgift afhænger hovedsageligt af tre ting: (1) niveauet for den samlede CO₂-betaling, (2) om der vedtages specifikke tiltag til at reducere udfordringerne med tab af konkurrenceevne og (3) størrelsen af den fremtidige kvotepris. De to første elementer diskuteres i kapitel 6.2, mens det sidste element berøres her. Forskellige organisationer har forskellige bud på, hvad kvoteprisen bliver. Ifølge EU-Kommissionens beregninger vil kvoteprisen være under 400 kr. i 2030,¹¹ mens private analytikere vurderer, at prisen potentielt kan stige til omkring 1.000 kr. pr. ton CO₂.¹² Finansministeriet forventer, at kvoteprisen stiger til cirka 750 kr. i 2030.¹³ Til sammenligning var kvoteprisen ved starten af 2022 cirka 600 kr.¹⁴ Det virker dermed sandsynligt, at kvoteprisen vil levere en væsentlig del af den CO₂-betaling, der er nødvendig for at nå Danmarks 2030-mål.

EU-Kommissionen foreslår at etablere et nyt og separat kvotesystem for vejtransport og bygninger. Dermed vil der også komme en fælleseuropæisk pris på CO₂ fra disse sektorer. Og som det var tilfældet for det eksisterende kvotesystem, så vil en fælleseuropæisk CO₂-pris i disse sektorer reducere den afgift, der er nødvendig at indføre fra dansk side. Der er ikke mange offentliggjorte estimater for prisen i den nye kvotesektor, ud over EU-Kommissionens eget bud på 350-600 kr. pr. kvote.

Højere forpligtelser i ikke-kvotesektoren reducerer kulstoflækagen inden for EU

Det er ikke altid, at forringet konkurrenceevne fører til 100 pct. kulstoflækage. Fx er kulstoflækagen i kvotesystemet relativt lav på kort sigt, som beskrevet i boks 4.4. Inden for ikke-kvotesektoren er der som udgangspunkt heller ikke tale om kulstoflækage, selvom danske virksomheders konkurrenceevne forringes. Hvis Danmark indfører en drivhusgasafgift for industrien uden for kvotesystemet eller for landbruget, så forringes konkurrenceevnen i disse erhverv i forhold til andre EU-lande. Det kan føre til, at produktion flytter fra Danmark til et andet land i EU, og dermed stiger udledningerne i det pågældende land.

Men alle EU-lande er underlagt forpligtelser i ikke-kvotesektoren, som kræver, at landene reducerer deres udledninger. Derfor må EU-lande nødvendigvis skulle kompensere for udledninger fra en indflyttet produktion og deraf stigende udledning i småindustri eller landbrug ved at reducere udledningerne andre steder i ikke-kvotesektoren. Der vil altså næppe være tale om kulstoflækage inden for EU, selvom konkurrenceevnen for danske virksomheder bliver forringet af en CO₂-afgift. Selvom kulstoflækagerisikoen er lille, så vil der stadig være risiko for udflytning af virksomheder eller produktionsnedgang i Danmark som følge af en CO₂-afgift.

Konklusionen er gældende, så længe EU-landenes nationale forpligtelser er bindende. Det vil sige, at forpligtelserne tvinger landet til at reducere udledningerne. Ikke-kvotesektorforpligtelserne ændrer ikke på, at der kan være kulstoflækage til lande uden for EU, hvilket fx Det Økonomiske Råd også har påpeget.¹⁵ På samme måde som for afgifter på erhvervet vil afgifter på benzin og diesel og den øgede grænsehandel, som dette vil medføre, ikke føre til kulstoflækage.

Boks 4.4 Kulstoflækage i kvotesystemer

Kulstoflækage kan opstå på grund af et kvotesystem. Det skyldes, at et traditionelt kvotesystem sætter et loft over de samlede udledninger fra de omfattede virksomheder. Hvis dansk klimapolitik rettet mod disse virksomheder gør, at de bruger færre kvoter, kan kvoterne sælges til virksomheder i andre lande, som så kan øge deres udledninger. De samlede europæiske udledninger ændres ikke, da de i sidste ende bestemmes af antallet af udstedte kvoter. Dermed er kulstoflækagen ved den danske klimapolitik rettet mod virksomheder i kvotesektoren i udgangspunktet 100 pct.

Der er dog to grunde til, at denne konklusion ikke kan overføres til EU's nuværende kvotesystem, og at kulstoflækagen gennem kvotesystemet er betydeligt mindre end 100 pct., især på den korte bane frem mod 2030:

- EU's kvotesystem fungerer ikke som et traditionelt kvotemarked. Systemet indeholder en mekanisme kaldet markedsstabiliseringsreserve, som opsuger kvoter, hvis overskuddet af kvoter på markedet, det vil sige de kvoter, som virksomheder har opsparet over årene, bliver stort. Der er et loft over størrelsen af denne reserve, og kvoter ud over loftet slettes.¹⁶ Selv med EU-Kommissionens forslag vurderer Klimarådet, at det nuværende overskud af kvoter i markedet gør, at frigivne kvoter, som dansk klimapolitik måtte afstedkomme, i stor stil vil blive overført til reserven, hvor de slettes. Dermed vil kulstoflækagen igennem kvotesystemet være markant mindre end 100 pct. Denne mekanisme vil formentlig være betydelig indtil 2030.
- Reglerne i kvotesystemet er ikke hugget i sten, og historisk er kvotemængden blevet reduceret flere gange. Hvis Danmark reducerer udledningerne i kvotesektoren og dermed medvirker til øget kvoteoverskud og lavere kvotepris, kan man derfor sagtens forestille sig, at EU-landene fremover vil have lettere ved at reducere kvotemængden ud over, hvad der allerede er aftalt.

Det foreslåede kvotesystem for vejtransport og bygninger ændrer ikke på, at kulstoflækagen fra sektorerne i ikke-kvotesektoren vil være meget lille inden for EU som følge af de bindende forpligtelser. Et eksempel kan illustrere interaktionen mellem de to systemer: Hvis Danmark laver politik, der reducerer udledningerne i transportsektoren med 1 ton CO₂e, så frigives en kvote, som et andet land kan benytte til at øge udledningerne i deres transportsektor. Men da transportsektoren stadig er med i ikke-kvotesektorforpligtelsen, skal landet kompensere for den højere udledning i transportsektoren ved at reducere udledningerne i andre dele af ikke-kvotesektoren, fx i landbruget eller småindustri, ligeledes med 1 ton CO₂e.

CO₂-told forventes at reducere lækage, hvis den kommer til at virke

EU-Kommissionen har foreslået, at bestemte produkter fx cement og stål, der importeres til EU, skal betale en CO₂-told. Størrelsen af tolden afhænger af, hvor meget CO₂e produktionen af de importerede varer har udledt, og hvad kvoteprisen er. Importerende virksomheder skal købe certifikater, der svarer til den udledte CO₂e, og certifikaternes pris følger prisen på EU's CO₂-kvoter. På den måde vil forslaget ligestille virksomheder inden for EU og virksomheder uden for EU, når det kommer til salg af de udvalgte produkter i EU-landene. Det er muligt at få et nedslag i CO₂-tolden, hvis en virksomhed allerede har betalt CO₂-afgift eller CO₂-kvoter i hjemlandet. CO₂-tolden skal over tid erstatte systemet med gratiskvoter i store dele af EU's kvotesystem.

CO₂-tolden vil give incitament til, at virksomheder, der eksporterer til EU, reducerer deres drivhusgasudledninger. Denne direkte effekt af forslaget suppleres af en indirekte effekt, eftersom lande, der gerne vil eksportere til EU, får et incitament til at indføre egen CO₂-beskatning. Det vil give et afslag i den told, der skal betales i EU, samtidig med at det eksporterende land vil modtage provenu fra CO₂-afgiften.

Ved at sikre mere ensartede konkurrencevilkår vil den foreslåede regulering forbedre konkurrenceevnen for europæiske virksomheder. CO₂-tolden vil reducere risikoen for lækage til lande uden for EU, som eksporterer varer til EU, fordi virksomhederne skal betale kvoteprisen for at udlede et ton CO₂e. CO₂-tolden vil således også mindske lækagen mellem danske virksomheder og virksomheder uden for EU som følge af en dansk drivhusafgift. Jo højere kvoteprisen bliver, jo mindre vil lækagen være. Det skyldes, at en høj kvotepris betyder, at Danmark kan nøjes med en mindre afgift i tillæg til kvoteprisen. Dermed vil en høj kvotepris lede til, at danske virksomheder stilles mere lige med virksomheder, der eksporterer til EU.

CO₂-tolden fjerner dog ikke risikoen for kulstoflækage. EU-virksomheder, der sælger deres varer uden for EU, vil skulle betale for kvoter og potentielt også nationale drivhusgasafgifter. Virksomheder uden for EU er ikke nødvendigvis underlagt samme klimaregulering, og dermed sættes EU-virksomheder, der eksporterer ud af EU i en dårligere konkurrencesituation end deres ikke-EU-konkurrenter. Det kan føre til en vis grad af kulstoflækage, og CO₂-tolden løser ikke dette problem. CO₂-tolden dækker også kun et begrænset antal produkter. For produkter, der ikke er dækket, kan der således være behov for en anden form for beskyttelse mod forringet konkurrenceevne og kulstoflækage. Endelig kan der være problemer med import af drivhusgasintensive materialer i andre varer, som ikke prissættes med ordningen, fx stål i biler og vindmølleårne. Det er svært at sige på nuværende tidspunkt, hvor effektiv CO₂-tolden vil være til at reducere kulstoflækage, da der er tale om en helt ny type regulering, som er vanskelig at implementere på en måde, der tager hånd om alle relevante problemstillinger.

4.4 Regulering af luftfart, skibsfart og personbiler

Transporten står for en stor del af udledningerne i EU og i Danmark i dag. I 2019 stod transportsektoren inklusive international luftfart og skibsfart for cirka 30 pct. af udledningerne i EU,¹⁷ og er derfor den sektor med flest udledninger. Som kapitel 3 beskriver, forventes netop udledningerne for international søfart og luftfart at blive svære at eliminere, og derfor er der behov for et særligt fokus på at regulere disse udledninger. Danmark har i dag begrænsede muligheder for at regulere udledningerne fra international skibsfart og luftfart, så derfor er det relevant at holde udviklingen i EU for øje. Her analyseres de forslag i *Fit for 55*-pakken, der er rettet mod skibsfart og luftfart samt forslaget om CO₂-standarder for biler.

Fit for 55-pakken indeholder flere forslag angående transportsektoren, end der kan behandles i dette afsnit. Ud over forslaget om et nyt kvotesystem for bygninger og landtransport foreslås der nye krav til CO₂-fortrængning fra hele transportsektoren, nye forpligtelser angående brugen af elektrobrændstoffer og et højere krav til brug af avancerede biobrændstoffer. EU-Kommissionen foreslår også en forordning om bedre infrastruktur for alternative

brændstoffer, som blandt andet vil kræve flere offentlige ladeplatforme til el-køretøjer. Derudover vil EU-Kommissionen i løbet af 2022 komme med forslag til reviderede CO₂-krav til producenter af lastbiler.

Ny regulering sætter rammerne for luftfarten

I dag er luftfartens drivhusgasudledninger delvist reguleret via EU's kvotesystem. Alle interne flyvninger i EU er omfattet af kvotesystemet, men derudover betaler luftfarten hverken energiforbrug eller moms og er heller ikke underlagt krav om brug af vedvarende energi. EU-Kommissionen lægger derfor op til flere ændringer for reguleringen af luftfarten delt op på fire forskellige forslag:

- **Iblandingskrav.** Der foreslås et iblandingskrav for bæredygtige flybrændstoffer i al brændstof tanket i EU's lufthavne. Bæredygtige flybrændstoffer kan enten være 2.-generationsbiobrændstoffer eller elektrobrændstoffer, mens 1.-generationsbiobrændstoffer ikke kan benyttes. Kravet om iblanding begynder fra 2025 på 2 pct. og stiger hvert 5. år til i alt 63 pct. i 2050. Ud over det generelle krav stilles et specifikt krav for andelen af elektrobrændstoffer. Det starter i 2030 på 0,7 pct. og stiger hvert femte år, indtil det ender på 28 pct. i 2050. Landene kan ikke sætte højere iblandingskrav.
- **Energibeskatning.** Der foreslås en minimumsafgift for flybrændstof, som indføres over en 10-årig periode. Minimumsafgiften for fossilt flybrændstof starter på 8 kr. pr. GJ i 2024 og stiger hvert år med samme beløb, så den ender på cirka 80 kr. pr. GJ i 2033, svarende til 1.100 kr. pr. ton CO₂. Afgiften gælder kun på flyvninger inden for EU. Der foreslås også afgifter for ikke-fossile brændstoffer, hvor de mest bæredygtige brændstoffer, som fx elektrobrændstoffer eller avancerede biobrændstoffer, vil få en meget lav afgift på cirka 1 kr. pr. GJ.
- **Kvotesystemet.** EU-Kommissionen foreslår, at andelen af gratiskvoter til luftfarten gradvist reduceres fra 2024 til 2027. Herefter skal luftfartsselskaberne købe alle de kvoter, de har behov for. Til sammenligning fik luftfartsselskaberne cirka 44 pct. af deres forbrug af kvoter gratis i 2019.
- **CORSIA.** EU-Kommissionen foreslår at implementere FN's luftfartsorganisations CORSIA-program for europæiske luftfartsselskaber for flyvninger ind og ud af EU og flyvninger mellem to ikke-EU-lande. Disse flyvninger er i dag ikke underlagt kvotesystemet. FN's luftfartsorganisation, ICAO, står bag CORSIA-programmet (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation), som er et program, hvor luftfartsselskaber hvert år skal købe klimakreditter i andre sektorer svarende til, hvor meget selskabets udledninger er steget fra deres udledningsniveau i 2019. Klimakreditterne kan komme fra fx skovrejsningsprojekter.

Danmarks muligheder for at regulere luftfartens udledninger begrænses

Danmark har i dag ikke regulering, der sigter mod at nedbringe udledningerne fra luftfarten. På grund af en række forskellige internationale aftaler og EU-regler er Danmarks muligheder for at indføre CO₂-afgifter, energiforbrug eller moms på flyrejser relativt begrænsede. De mest oplagte reguleringsredskaber, Danmark kan bruge i dag, er passagerafgifter og krav om at iblande bæredygtige flybrændstoffer i det fossile brændstof. Det er beskrevet i Klimarådets vurderingsnotat *Regulering af flysektoren* fra 2019.

Hvis EU-Kommissionens forslag vedtages som fremlagt, vil der komme en markant større betaling for udledninger fra luftfarten. Dermed reduceres behovet for regulering, hovedsageligt hvad angår luftfarten inden for EU. Klimarådet har beregnet, at den samlede betaling pr. ton CO₂ for flyvninger inden for EU kan blive over 1.500 kr. fra 2033, hvis alle EU-Kommissionens forslag vedtages. Det inkluderer den foreslåede minimumsafgift, EU-Kommissionens forventede kvotepris for 2030 og omkostningen til at opfylde iblandingskravet.

Den foreslåede minimumsafgift udgør langt størstedelen af den samlede CO₂-betaling på cirka 1.100 kr. pr. ton CO₂, mens der er væsentlige usikkerheder omkring kvoteprisen og prisen på biobrændstoffer. Her er der anvendt konservative skøn for de to sidstnævnte priser, og derfor er det muligt, at betalingen kan blive højere. Vedtagelsen af en minimumsafgift på flybrændstof kræver enstemmighed i ministerrådet, hvilket ikke gælder for de andre forslag i *Fit for 55*-pakken, der behandles i dette kapitel.

I dag har Danmark mulighed for at benytte iblandingskrav som virkemiddel, men det er ikke et virkemiddel, man har valgt at bruge. Sverige, Frankrig og andre lande benytter allerede iblandingskrav for luftfarten. Hvis EU-

Kommissionens forslag til et iblandingskrav vedtages, vil det ikke længere være muligt at have nationale iblandingskrav, og derved bliver Danmarks manøvrerum for at reducere udledningerne fra luftfarten mindre. Regeringen arbejder på at få ændret forslaget fra EU-Kommissionen, således at det bliver muligt at sætte højere nationale iblandingskrav end EU-kravet.¹⁸

En af Danmarks muligheder for at påvirke efterspørgslen efter rejser med fly er en passagerafgift. Passagerafgifter anvendes i de fleste af vores nabolande, og Klimarådet har tidligere vurderet, at Danmark med fordel kan indføre afgifter på flyrejser af klimahensyn, fordi flyrejser generelt er underbeskattet i forhold til andre varer.¹⁹ Selvom EU-Kommissionen foreslår både afgift på flybrændstof og iblandingskrav, så vil luftfarten stadig i væsentligt omfang være underbeskattet. Det skyldes især tre årsager:

1. **Moms.** Flybilletter er fritaget for moms i alle EU-lande. Det øger forbruget af flybilletter sammenlignet med andre produkter. Der er i EU ikke krav om, at landene fritager flybilletter for moms, men FN's luftfartsorganisations politik tilsiger, at det er normal praksis at friholde international flyvning for moms.²⁰
2. **Luftfartens ikke-CO₂-udledninger.** Flys udledninger af vanddamp, NO_x, sod og andre partikler bidrager til den globale opvarmning, men regnskabsreglerne udarbejdet under FN's klimakonvention stiller ikke krav om, at de opgøres som drivhusgasser. Disse udledninger bliver derfor meget sjældent reguleret, hvilket er problematisk. Hvor stor opvarmningseffekt disse udledninger har er usikkert, men et estimat fra European Union Aviation Safety Agency vurderer, at ikke-CO₂-udledningerne bidrager med dobbelt så meget opvarmning, som flys CO₂-udledning.²¹ Dette er nærmere beskrevet i kapitel 3.
3. **Luftfart ind og ud af EU.** Luftfartens CO₂-udledninger ind og ud af EU vil med EU-Kommissionens forslag stadig være lavt beskattet. Hverken energiafgiften eller kvotepligten foreslås at gælde for flyvninger ud af og ind i EU. Flyvninger uden for EU foreslås underlagt FN's CORSIA-program, som dog risikerer kun at bidrage med begrænsede fordele for klimaet ifølge en analyse bestilt af EU-Kommissionen.²²

Passagerafgifter kan kompensere for den manglende momsbetaling, ligesom passagerafgifter kan differentieres efter, om der flyves inden for eller uden for EU, hvilket kan adressere underbeskatningen for flyvninger ud af EU. Passagerafgifter har dog flere ulemper, og det er især manglende alternativer, der gør passagerafgifter interessante. Passagerafgifter adresserer ikke de tre kilder til underbeskatning præcist, og de virker kun til at reducere efterspørgslen efter flyrejser. Men de kan ikke bruges til at sikre en omstilling mod en mere klimavenlig luftfart. Dertil er der brug for virkemidler som CO₂-afgifter, iblandingskrav eller lignende. På lang sigt falder behovet for passagerafgifter, eftersom EU-Kommissionens foreslåede iblandingskrav stiger til 63 pct. i 2050, men der vil dog stadig være behov for afgift eller anden regulering, der adresserer den manglende momsbetaling og ikke-CO₂-udledningerne fra fly.

Skibsfarten reguleres for første gang

Skibsfart er i dag ikke underlagt nogen global regulering eller EU-mekanismer, der søger at reducere CO₂-udledningen.²³ FN's organisation for skibsfart, IMO, har et mål om at reducere udledningerne fra skibe med 50 pct. i 2050 i forhold til 2008, men der er endnu ikke vedtaget virkemidler, der skal sikre, at dette mål nås. Inden for EU er energiforbruget mellem EU-lande og ud af EU-lande undtaget for energibeskatning i EU's energibeskatningsdirektiv. Dette er problematisk, når skibsfarten udgør 4 pct. af udledningerne i EU i 2019. Derfor foreslår EU-Kommissionen tre initiativer, der skal reducere skibsfartens udledninger:

- **Krav om reduceret drivhusgasintensitet i brændstoffet.** Drivhusgasintensiteten i brændstoffet skal nedbringes med en bestemt procentdel ifølge forslaget fra EU-Kommissionen. I 2025 skal det nedbringes med 2 pct. i forhold til drivhusgasintensiteten i den energi, der blev brugt i 2020. I 2050 skal drivhusgasintensiteten nedbringes med 75 pct. Ordningen dækker al energiforbrug i havne, mellem to EU-havne samt 50 pct. af energiforbruget på ruter ind og ud af EU. Derudover er der krav om at bruge landstrøm til at dække skibenes energiforbrug, når skibene ligger i havn. Det vil spare den diesel eller fuelolie, som i dag bruges til at drive egne strømforsynende generatorer, og det vil både reducere drivhusgasudledningerne og mindske den lokale luftforurening.

- **Energibeskatningsdirektivet.** Forslaget lægger op til, at der indføres et minimumsniveau for afgift på fossilt brændstof til skibsfart. Mindsteafgiften vil kun gælde skibsfart inden for EU, og der lægges op til en mindsteafgift på 6,7 kr. pr. GJ svarende til cirka 90 kr. pr. ton CO₂.
- **Revision af kvotesystemet.** Skibsfart foreslås inkluderet i kvotesystemet uden gratis kvoter. Intern EU-skibsfart og skibe, der ligger til kaj, skal aflevere kvoter for alle deres udledninger, mens skibsfart ind eller ud af EU skal aflevere kvoter for halvdelen af deres udledninger. Kvoteforpligtelsen vil indføres gradvist fra 2023 til 2026.

Danmarks muligheder for at regulere udenrigsskibsfarten er i dag relativt begrænsede, og det vil den forsat være, hvis EU-Kommissionens forslag vedtages. Kravet om reduceret drivhusgasintensitet er foreslået som en EU-forordning, hvilket betyder, at reglerne er ens i alle medlemslande. Danmark kan i teorien godt indføre en højere afgift, ligesom Danmark godt kan indføre fx iblandingskrav til leverandørerne af brændstof. Men for international søfart må der forventes at være et relativt stort potentiale for at tanke i andre lande, og dermed kan man undgå eventuelt højere afgifter eller krav, hvis det kun er Danmark, der indfører disse. Dette problem kan potentielt løses ved at kombinere et iblandingskrav med støtte til produktion af bæredygtige brændstoffer, såfremt denne kombination kan godkendes i forhold til EU's statsstøtteregler. En anden mulighed er at give støtte til produktion af bæredygtige brændstoffer uden at kombinere med et iblandingskrav. Subsidier giver dog ikke garanti for, at brændstofferne ikke blot eksporteres. Så hvis man fra politisk side har som formål, at de støttede brændstoffer skal bruges i Danmark, kan det være et problem. Pålægges dansk registrerede skibe fordyrende klimakrav, kan de omfattede skibe let udflydes til andre lande, som ikke pålægger klimakrav, hvorved effekten af klimakravene vil være meget begrænset.

Danmark kan påvirke udledningerne fra udenrigsskibsfart ved at arbejde igennem FN's internationale, maritime organisation, IMO. Fx har Danmark sammen med USA og andre foreslået, at der i IMO sættes et mål for skibsfarten om at blive klimaneutral i 2050.²⁴ Til sammenligning er IMO's nuværende mål 50-procentsreduktion i 2050 sammenlignet med 2008. Danmark har generelt gode muligheder for at påvirke reglerne i IMO på grund af Danmarks store rolle i den internationale skibsfart, og den store indtjening, Danmark har fra shippingindustrien, tilsiger, at Danmark bør forfølge en ambitiøs klimapolitik i IMO. Danmarks ansvar i forhold til international skibsfart og luftfart er nærmere diskuteret i kapitel 3.

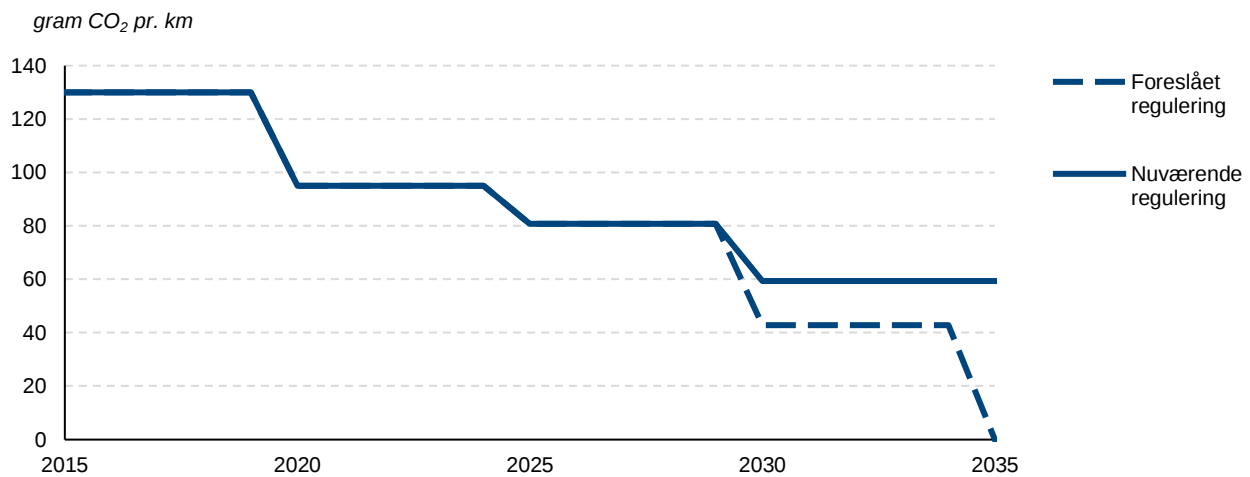
Forslag om CO₂-krav til biler får kun lille effekt på denne side af 2030

Person- og varebiler udgør cirka halvdelen af udledningerne i transporten. For at reducere forbruget af benzin og diesel og tilskynde til salg af nulemissionsbiler, er bilproducenter underlagt EU-krav om, hvor meget CO₂ biler må udlede pr. km. Kravet gælder for en bilproducents gennemsnitsudledning pr. km for solgte biler i et bestemt år. I år 2021 er kravet, at gennemsnitsudledningerne ikke må overstige 95 g CO₂ pr. km. Figur 4.5 viser loftet for CO₂-udledningerne for både det nuværende krav og for forslaget til et nyt krav.

CO₂-krav til biler har haft stor indvirkning på det stigende salg af elbiler i 2020 og 2021. Det skyldes, at udledningsloftet blev sænket i 2020 og 2021, og derfor havde bilproducenterne behov for at reducere gennemsnitsudledningen for de biler, de solgte. Det kan blandt andet ske ved at producere og sælge flere elbiler. Salget af elbiler i EU steg fra 3,5 pct. i 2019 til 11 pct. i 2020, og i 2021 steg salget yderligere til 19 pct.²⁵

EU-Kommissionens forslag lægger op til et forhøjet reduktionskrav i 2030. Reduktionskravet i 2030 foreslås at blive hævet fra 37,5 pct. i forhold til 2021 til 55 pct. Fra 2035 foreslås reduktionskravet hævet til 100 pct. Det vil betyde, at der kun kan sælges nulemissionsbiler fra 2035. Med transportaftalen fra 2020 aftalte et flertal i Folketinget, at man skulle arbejde for, at enkelte medlemslande kan forbyde indregistrering af nye benzin- og dieslbiler fra 2030.

Effekten frem mod 2030 vil være begrænset, da der ikke er nogen ændring i kravet til producenterne i 2021-2029. Det ses i figur 4.5, hvor det foreslåede CO₂-krav er identisk med det nuværende krav frem til 2029. Derfor hjælper EU-Kommissionens forslag kun i begrænset omfang Danmark med at opfylde den foreslåede højere forpligtelse i ikke-kvotesektoren, som beskrevet i afsnit 4.2.



Figur 4.5 CO₂-krav til bilproducenter

- Anm. 1: Nye bilers CO₂-udledning pr. km opgøres ud fra standardiserede tests. Figuren viser udledninger som påkrævet ved testen kaldet New European Driving Cycle (NEDC), da 2020-kravet er defineret ud fra denne test. Fra 2021 og frem vil Worldwide Harmonized Light Vehicle Test Procedure (WLTP) blive benyttet. WLTP er en mere krævende test, og derfor giver denne test højere udledninger pr. km. For at kunne sammenligne kravene over tid, tager figuren dog afsæt i NEDC-værdierne.
- Anm. 2: CO₂-kravet til bilproducenter gælder for den enkelte bilproducent. Kravet kan variere fra producent til producent blandt andet, fordi det er tilladt at have højere udledninger pr. km for biler, der er tungere end gennemsnittet.
- Kilde: Klimarådet.

5

Status på opfyldelse
af klimamålene
i 2025 og 2030

5. Status på opfyldelse af klimamålene i 2025 og 2030

Klimarådet skal ifølge klimaloven vurdere, om regeringens klimaindsats ansælgiggør, at 70-procentsmålet i 2030 nås. Til det formål udviklede Klimarådet sidste år en metode til at vurdere regeringens samlede klimaindsats. Denne metode vil også danne udgangspunkt for vurderingen i år. Klimarådet skal desuden vurdere status for opfyldelsen af klimamålet i 2025, der er blevet indskrevet i klimaloven siden Klimarådets statusrapport fra 2021. Vurderingen af klimaindsatsen tager udgangspunkt i regeringens klimaprogram og klimaredegørelse til Folketinget, der indeholder regeringens køreplan for realisering af 70-procentsmålet i 2030. Dette kapitel starter med et kort overblik over det seneste års klimaindsats, og derefter gives en kort indføring i Klimarådets metode, der danner grundlag for vurderingerne. Dernæst præsenteres Klimarådets vurderinger af målopfyldelse for 2030 og 2025. Vurderingerne underbygges efterfølgende ved en sektorvis gennemgang af regeringens klimaindsats og dens initiativer på tværs af sektorer.

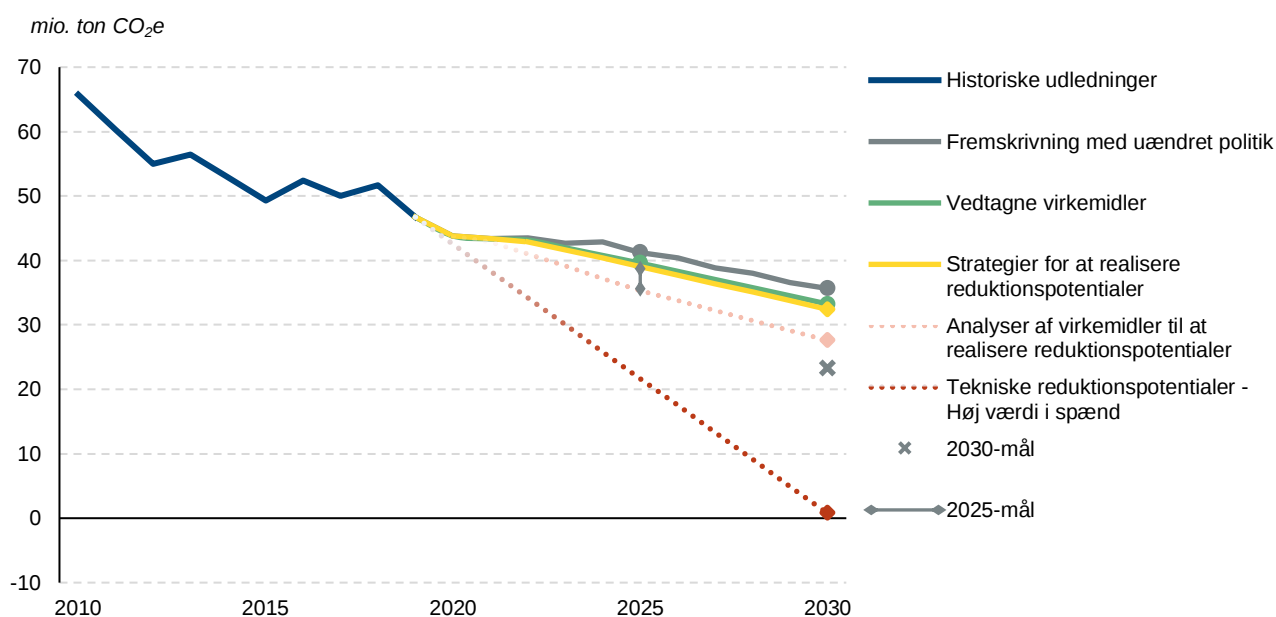
Kapitlets hovedkonklusioner

- Klimarådet vurderer, at der med de seneste to års indsatser er sket en betydelig fremdrift mod 70-procentsmålet i 2030. Der er vedtaget konkrete virkemidler, der ved implementering vil halvere reduktionsbehovet fra et udgangspunkt på 20 mio. ton CO₂e i 2030 til 10 mio. ton. Derudover har regeringen fremlagt en køreplan for de videre klimapolitiske forhandlinger.
- Det er Klimarådets vurdering, at regeringen siden sidste statusrapport har gennemført en række vigtige initiativer, som leder frem mod opfyldelse af 2030-målet. For det første er der vedtaget konkrete reduktionseffekter i en landbrugsaftale og i finanslovsaftalen for 2022. For det andet har regeringen konkretiseret klimaindsatsen ved at opprioritere analysearbejdet på klimaområdet og ved at fremlægge større tekniske reduktionspotentialer end sidste år. For det tredje er der iværksat en række væsentlige understøttende indsatser, hvoraf Klimarådet især vil fremhæve regeringens udspil til tilskud til dansk brintproduktion og statsligt bidrag til grøn forskning og udvikling.
- Klimarådet vurderer, at regeringens klimaindsats, trods betydelig fremdrift, endnu ikke ansælgiggør, at 70-procentsmålet i 2030 nås. Klimarådet lægger i sin samlede helhedsvurdering vægt på tre årsager: 1) at der efter indregning af virkemidler vedtaget det seneste år stadig udestår et resterende reduktionsbehov på 10 mio. ton CO₂e i 2030, 2) at de øvrige initiativer, som regeringen har fremlagt, ikke er tilstrækkeligt konkrete, og 3) at der er høj eller moderat risiko forbundet med en stor del af reduktionseffekterne fra det seneste års klimaaftaler.
- Regeringen har i *Klimaprogram 2021* anvendt dele af det begrebsapparat, der indgår i Klimarådets metode. Det er positivt, at der herved udvikles et fælles sprog for fremdriften i klimaindsatsen. Endvidere er det positivt, at regeringen med klimaprogrammet har fremlagt en køreplan for den fremtidige klimaindsats. Det fremgår af køreplanen, at indgåede aftaler skal genbesøges, og at det er regeringens ambition, at alle de nødvendige beslutninger for at nå 70 pct. i 2030 er truffet senest i 2025. Det giver mulighed for at øge konkretiseringen og for at udnytte nye muligheder på baggrund af teknologiske fremskridt. Der er udsigt til, at indsatsen vil kunne ansælgiggøre 70-procentsmålet, hvis regeringen lykkes med at følge køreplanen og i væsentlig grad får konkretiseret det resterende reduktionsbehov med vedtagne virkemidler, udspil eller strategier, med overvejende lav eller moderat risiko.
- Der er et reduktionsbehov i 2025 på cirka 1 mio. ton CO₂e for at nå den nedre grænse i reduktionsintervallet på 50 til 54 pct., der udgør 2025-målet. Tallet tager udgangspunkt i klimafremskrivningen fra april 2021 og medregner nye vedtagne virkemidler det seneste år. Justeringer i klimafremskrivningen kan dog ændre billedet, når den opdateres i 2022.

5.1 Overblik over klimaindsatsen frem mod 2025 og 2030

Danmark har i et par år haft et klimamål for 2030. Siden Klimarådets statusrapport fra februar 2021 er også et klimamål for 2025 blevet indskrevet i klimaloven. Klimalovens mål betyder, at udledningen skal bringes ned til 35,6-38,7 mio. ton CO₂e i 2025 og 23,2 mio. ton i 2030. Med de fremskrevne udledninger i *Klimastatus og -fremskrivning 2021*, som Klimarådet har foretaget mindre korrektioner af, kan det udestående reduktionsbehov estimeres til 2,8-5,9 mio. ton CO₂e i 2025 og 12,4 mio. ton i 2030 under en hvis usikkerhed. Tallene er opgjort for indregning af effekten af virkemidler vedtaget det seneste år.

I figur 5.1 ses det nuværende niveau for udledninger sammen med de fremskrevne udledninger, Klimarådets vurdering af regeringens initiativer indplaceret som vedtagne virkemidler, strategier, analyser eller tekniske reduktionspotentialer, samt klimamålene i 2025 og 2030.



Figur 5.1 Regeringens initiativer i forhold til historiske og fremskrevne udledninger

Anm. 1: Klimarådet har korrigeret udledningerne i *Klimastatus og -fremskrivning 2021* samt korrigeret for overlap mellem initiativer og mellem konkretiseringsstadier.

Anm. 2: De samlede drivhusgasudledninger i 1990 var 77,4 mio. ton CO₂e.

Kilder: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2021*, 2021; Finansministeriet, *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug*, 2021; Finansministeriet, *Aftale om Finanslov 2022*, 2021; Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2021*, 2021; Finansministeriet, *Grøn omstilling af vejtransporten*, 2020; Transportministeriet, *Grøn omstilling af danske indenrigsfærger*, 2021 og Klimarådet.

Figuren viser de historiske udledninger med en blå kurve og de fremskrevne udledninger med en grå, stiplet kurve. Klimamålene for 2025 og 2030 vises med et interval og et kryds, og afstanden fra den grå kurve til målene er de af Klimarådet opgjorte reduktionsbehov for de pågældende mål.

Regeringen og Folketinget har siden Klimarådets seneste statusrapport vedtaget en klimaaftale for landbrug, arealanvendelse og skov. Derudover er der vedtaget tiltag med reduktionseffekt i finansloven for 2022. Landbrugsaftalen og finanslovens reduktionseffekter er afspejlet med den grønne, stiplede kurve i figuren. De gule og rosa prikkede kurver viser de reduktionspotentialer Klimarådet har indplaceret på henholdsvis strategi- og analyseniveau, og endvidere er regeringens tekniske reduktionspotentialer vist med en rød, prikket kurve.

I kapitlet omtales det opgjorte behov før indregning af virkemidler vedtaget med årets indsats som *reduktionsbehovet*, mens behovet efter indregning af nye virkemidler omtales som det *resterende reduktionsbehov*. Der henvises i øvrigt til Energistyrelsens hjemmeside for beskrivelser af konceptet for klimafremskrivningen.

5.2 Klimarådets vurderingsmetode

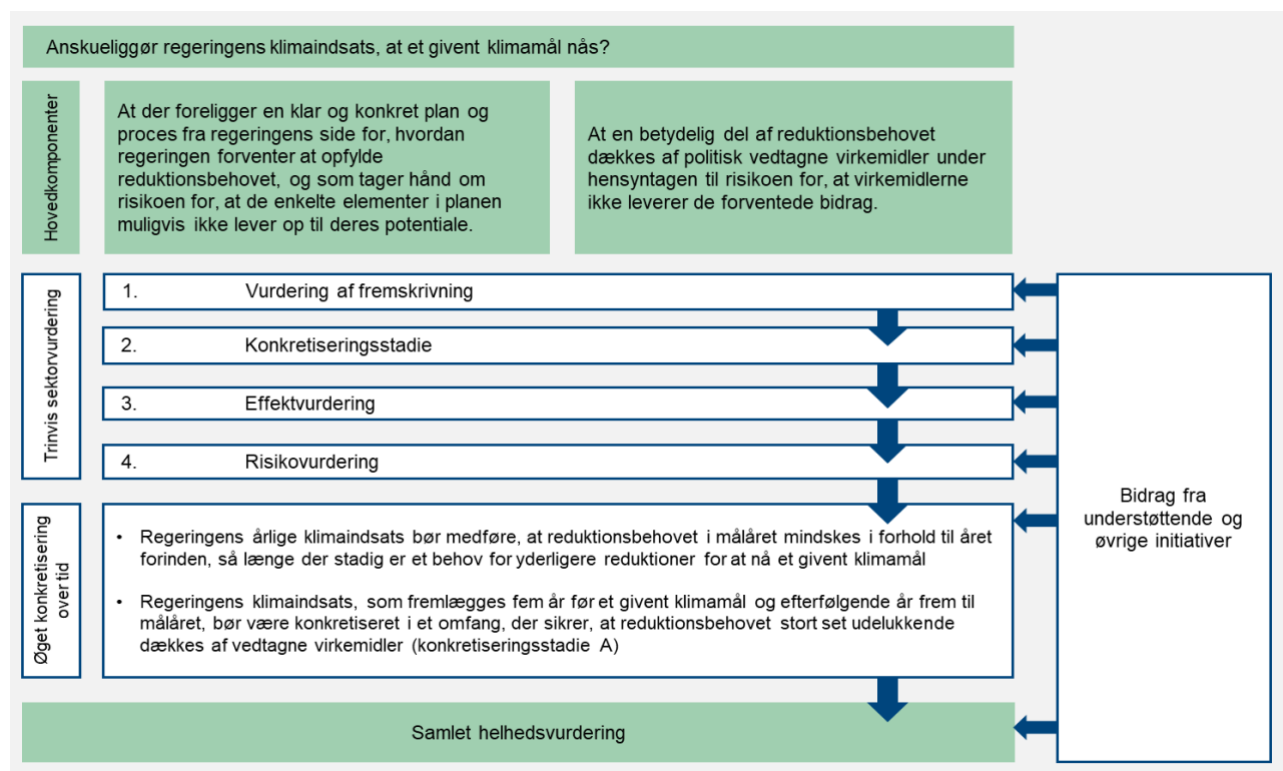
Klimarådet skal ifølge klimaloven årligt vurdere regeringens klimainsats i forhold til klimalovens mål. Klimarådet præsenterede og anvendte sin vurderingsmetode i *Statusrapport 2021*. Den fulde metodebeskrivelse findes i *Baggrundsnotat om Klimarådets vurderingsmetode* på Klimarådets hjemmeside, mens et resumé præsenteres i dette afsnit.

Nyt 2025-mål i klimaloven

I november 2021 vedtog Folketinget en ændring af klimaloven, hvor et nyt klimamål for 2025 blev gjort til en del af lovens formål. Klimarådet har med lovændringen fået til opgave at vurdere status for opfyldelse af det nye 2025-mål, og rådet har besluttet at benytte den samme metode til vurdering af status for 2025-målet, som for vurdering af anskueliggørelse af 2030-målet, selvom ordlyden omkring Klimarådets opgave for de to mål er lidt forskellig.

Overblik

Klimarådets metode kan sammenfattes som illustreret i figur 5.2.



Figur 5.2 Overblik over Klimarådets vurderingsmetode

Kilde: Klimarådet.

Metoden kan overordnet beskrives som en systematisk og kvalitativ helhedsvurdering til at besvare, om regeringens klimainsats anskueliggør, at Danmarks klimamål nås. Vurderingen omfatter en undersøgelse af, 1) om regeringens plan og proces for målopfyldelse er klar og konkret, og 2) om en betydelig del af reduktionsbehovet for at nå det relevante reduktionsmål udgøres af vedtagne virkemidler. For at kunne vurdere dette foretager Klimarådet sektorvurderinger, som er opdelt i fire trin.

I første trin ses på de forventede effekter af allerede vedtagne virkemidler i den seneste klimafremskrivning fra Energistyrelsen. I det andet trin vurderes regeringens nye initiativer med forventet reduktionseffekt eller reduktionspotentiale på en konkretiseringsskala med stadier fra A til E. I det tredje trin vurderes initiativernes reduktionseffekt, mens risiko for initiativerne vurderes i det fjerde trin. Disse fire trin suppleres af en vurdering af klimalovens hensyn til øget konkretisering over tid. Alle disse elementer indgår i en samlet, systematisk og kvalitativ vurdering af klimaindsatsen, mens en vurdering af bidrag fra understøttende og øvrige initiativer indgår, hvor Klimarådet finder det relevant.

I *Statusrapport 2021* præsenterede Klimarådet to kriterier, som rådet varslede som mulige kriterier i fremtidige vurderinger med henvisning til klimalovens formuleringer om at inddrage hensyn til øget konkretisering over tid. De to kriterier implementeres nu i metoden, og de fremgår i figur 5.2 under ”øget konkretisering over tid”.

Vægt på øget konkretisering over tid

De to kriterier, som blev varslet i *Statusrapport 2021*, uddybes i det følgende, efterfulgt af en beskrivelse af et kommende kriterie.

Kontinuerligt mindsket reduktionsbehov

Det første kriterie handler om et kontinuert mindsket reduktionsbehov:

- Regeringens årlige klimaindsats bør medføre, at reduktionsbehovet i mållåret mindskes i forhold til året forinden, så længe der stadig er et behov for yderligere reduktioner for at nå et klimamål.

Kriteriet indebærer, at når Klimarådet årligt skal vurdere målopfyldelse, bør reduktionsbehovet være blevet mindsket siden sidste statusrapport. Hvis indsatsen ét år vurderes at anskueliggøre målopfyldelse, men der ikke sker yderligere året efter, kan den samme vurdering ikke automatisk opretholdes året efter, netop fordi målet er kommet tættere på i tid. Et mindsket reduktionsbehov vil typisk skyldes tiltag besluttet af regeringen og Folketinget, men det kan fx også være en konsekvens af reduktioner, som er blevet indregnet i seneste fremskrivning som følge af accelereret teknologiudvikling, omverdenens omstillingshastighed eller private initiativer.

Konkretiseringsniveau fra fem år før et klimamål

Det andet kriterie skærper vægtningen af øget konkretisering, når der er fem år tilbage til et givent klimamål:

- Regeringens klimaindsats, som fremlægges fem år før et givent klimamål og i efterfølgende år frem til mållåret, bør være konkretiseret i et omfang, der sikrer, at reduktionsbehovet stort set udelukkende dækkes af vedtagne virkemidler (konkretiseringsstadium A).

Kriteriet tager hånd om, at det erfaringsmæssigt tager tid at implementere virkemidler, hvis de skal kunne implementeres ud fra ønsker om at følge en naturlig udskiftningstakt i fx maskinel, anlæg, køretøjer, kontrakter og dermed også være realistiske at implementere.

Som supplement til de to ovenstående kriterier, varsler rådet i det følgende et yderligere kriterie, som imidlertid først vil blive inkluderet i den samlede metodebeskrivelse fra *Statusrapport 2023* og frem.

Konkretiseringsniveau frem til fem år før et klimamål

Det kommende kriterie lyder:

- Regeringens klimaindsats bør være konkretiseret i et omfang, der sikrer, at reduktionsbehovet i væsentligt omfang dækkes af vedtagne virkemidler, udspil til virkemidler og strategier (konkretiseringsstadium A, B og C).

Med kriteriet understreges vigtigheden af, at den til enhver tid siddende regering melder ud, hvordan den har tænkt sig at opfylde reduktionsbehovet. Med vedtagne virkemidler, udspil til virkemidler og initiativer på strateginiveau (A til C) vises regeringens vej til målet, hvorimod initiativer på analyseniveau (D) og tekniske reduktionspotentialer (E) er potentielle muligheder, som regeringen ikke har taget stilling til.

Klimarådets konkretiseringsskala

Øget konkretisering af initiativerne er et centralt element i rådets metode, da det i sidste ende er konkrete drivhusgasreduktioner, der vil sikre, at klimamålene nås. Klimarådets konkretiseringsskala fra A til E anvendes i de hovedfigurer, der senere i kapitlet opsummerer rådets vurderinger. Udformningen af skalaen er vist i tabel 5.1.

Tabel 5.1 Konkretiseringsskala til vurdering af regeringens initiativer

Øget konkretisering ift. reduktionseffekt i 2030	Skala	Initiativ	Forklaring
	A	Vedtagne virkemidler	Folketinget vedtager virkemidler med direkte reduktionseffekt Inkluderer nødvendig finansiering
	B	Udspil til virkemidler	Regeringen offentliggør udspil, som ved beslutning vil kunne levere reduktionseffekter
	C	Strategier for at realisere reduktionspotentialer	Regeringen offentliggør strategier for at realisere reduktionspotentialer Indeholder sektormål eller visioner Forklarer regeringens ambition, tilgang til omstillingen og typen af virkemidler Viser ansvarsfordeling på aktørgrupper Viser tidsangivelser Viser veje til at overkomme barrierer og håndtere risici
	D	Analysen af virkemidler til at realisere reduktionspotentialer	Regeringen offentliggør analyser af virkemidler til at realisere reduktionspotentialer Anviser veje til reduktioner, fx scenarier med virkemidler Belyser omkostninger, barrierer, organisering, anbefalinger om virkemidler o. lign. Kan være relevante rapporter fra regeringsnedsatte kommissioner eller ekspertudvalg
	E	Tekniske reduktionspotentialer	Regeringen anviser tekniske reduktionspotentialer, som ikke er analyseret med hensyn til økonomiske og andre hensyn.

- Anm. 1: Vedr. A: Der kan også være tale om initiativer, som regeringen selv beslutter, uden at det kræver folketingsflertal, fx frivillige aftaler med virksomheder. For at en frivillig aftale bliver kategoriseret på niveau A, kræver det dog, at Klimarådet vurderer, at der er skabt rimelig sikkerhed for, at den konkrete reduktion vil finde sted, fx ved at virksomheden har truffet en investeringsbeslutning og indgået aftaler med leverandører.
- Anm. 2: Vedr. A og B: Der kan også være tale om et udspil til eller vedtagelse af at afsætte midler til nationale drivhusgasreduktioner, hvor det endnu ikke er specificeret, hvilke tiltag der skal levere reduktionerne. For at det kan karakteriseres som et vedtaget virkemiddel (A) eller et udspil (B), skal det være eksplicit formuleret, at formålet med midlerne er at opnå nationale reduktioner, og implementeringen skal føre til konkrete reduktioner.
- Anm. 3: Vedr. D: Analyser er i denne sammenhæng ikke nødvendigvis udtryk for regeringens ambition for fremtidige beslutninger.
- Kilde: Klimarådet.

Følgende forhold ligger til grund for vurderingen af initiativer på konkretiseringsskalaen:

- For alle initiativer skal der være knyttet en reduktionseffekt eller et reduktionspotentiale, for at det kan indgå på konkretiseringsskalaen.
- Betegnelsen reduktionseffekt anvendes for initiativer på konkretiseringsstadiet A, mens betegnelsen reduktionspotentiale anvendes for initiativer på konkretiseringsstadiet B til E.
- Klimarådet vil vurdere hvert initiativ ud fra sit indhold. Fremlægger regeringen eksempelvis en strategi, vil Klimarådet vurdere indholdet og placere det, hvor det indholdsmæssigt hører til på skalaen. Ligeledes kan et reduktionspotentiale placeres på strateginiveau, selvom det ikke indgår i et dokument, der kaldes strategi. Det er dermed ikke det samlede strategidokument, der placeres på konkretiseringsskalaen.
- Analyser, strategier, udspil med videre, som annonceres af regeringen, men som endnu ikke er fremlagt, vil først indgå i vurderingen som en del af indsatsen, når de er offentliggjorte.

Klimarådet præsenterer i det følgende en række betragtninger om strateginiveau (C), da det først er på niveau C, at regeringen viser, hvad den har tænkt sig at gøre, og det er et vigtigt konkretiseringsstadium i forhold til at nå klimamålene. Strategier kan være sektorstrategier, tværgående strategier eller andre dokumenter, hvori regeringen beslutter sig for, *hvilken vej* den planlægger at gå, eller hvilket scenarie den arbejder på at realisere for at opnå en given effekt på et bestemt område. Den væsentligste forskel på strategi-, analyse- og udspilsniveau er, at:

- På analyseniveau (D) er reduktionspotentialiet præsenteret som en potentiel mulighed.
- På strateginiveau (C) er reduktionspotentialiet en ambition, som regeringen tager ejerskab over og melder ud, at den arbejder for at realisere. Endvidere lægger Klimarådet vægt på, at regeringen beskriver typen af virkemidler, tidsangivelser, ansvarsfordeling på aktørgrupper, samt hvordan regeringen forventer at håndtere de væsentligste barrierer og risici.
- På udspilsniveau (B) er reduktionspotentialiet mere detaljeret i beskrivelsen af virkemidlet, aktørgrupperne og indfasningsprofilen end for strategier. Samtidig er der eventuelt udspil til finansiering, hvilket ikke er tilfældet med initiativer på strateginiveau (C).

Klimarådets risikovurdering

En del af Klimarådets samlede vurdering er en risikovurdering af de fremlagte initiativer med reduktionseffekt og -potentiale. Risikovurderingen foretages for at kunne vurdere den samlede risiko for, at regeringens initiativer ikke leverer de angivne effekter og potentialer i mållåret. Klimarådet vurderer risiko for alle initiativer fra konkretiseringsstadie A til E, se boks 5.1.

Boks 5.1 Metode til risikovurdering

Klimarådets tre risikoparametre

- 1) **Implementeringsudfordringer:** Klimarådet vurderer risikoen forbundet med de teknologiske, administrative og lovgivningsmæssige udfordringer, som skal løses inden for den tidshorizont, som regeringen har lagt til grund i sin opgørelse af reduktionseffekt eller -potentiale i mållåret. Hvis der er tale om ikke-afprøvet teknologi, inddrager Klimarådet også en vurdering af, om regeringen har forsøgt at understøtte indfrielsen af reduktionspotentialiet fx ved at prioritere området via forskningsaktiviteter.
- 2) **Incitamentsstyrke:** Klimarådet vurderer risikoen forbundet med incitamentet i initiativet. Det vil sige, om der er risiko for, at incitamentet ikke er stærkt nok til at opnå de ændringer i adfærd og beslutninger, som regeringen har lagt til grund i sin opgørelse af reduktionseffekten i mållåret. Klimarådet vurderer incitamentet ud fra alle instrumenter, som regeringen sætter i spil for at få virksomheder, husholdninger, kommuner med flere til at ændre handlinger. Det kan fx være krav, praksisændring, afgift, tilskud, oplysning eller inspiration.
- 3) **System- og arealsammenhæng:** Denne risikoparameter dækker over afledte effekter eller konkurrerende arealanvendelser, der kan udgøre en risiko for at det angivne reduktionsmål ikke opnås. Risikoen kan eksempelvis sænkes ved at iværksætte understøttende initiativer som er nødvendige for at kunne opnå reduktionseffekten eller -potentialiet eller ved at sikre, at tiltaget ikke øger udledningen i en anden sektor. Det kan også være at sikre sig, at det samme areal eller den samme ressource ikke allerede er disponeret til andre virkemidler, hvormed reduktionseffekten ikke kan tilskrives begge virkemidler.

For hvert af regeringens initiativer vurderer Klimarådet, om der er lav, moderat eller høj risiko for hvert af de tre ovennævnte parametre. På den baggrund foretages en samlet vurdering for hvert initiativ.

Klimarådets samlede risikovurdering af initiativer

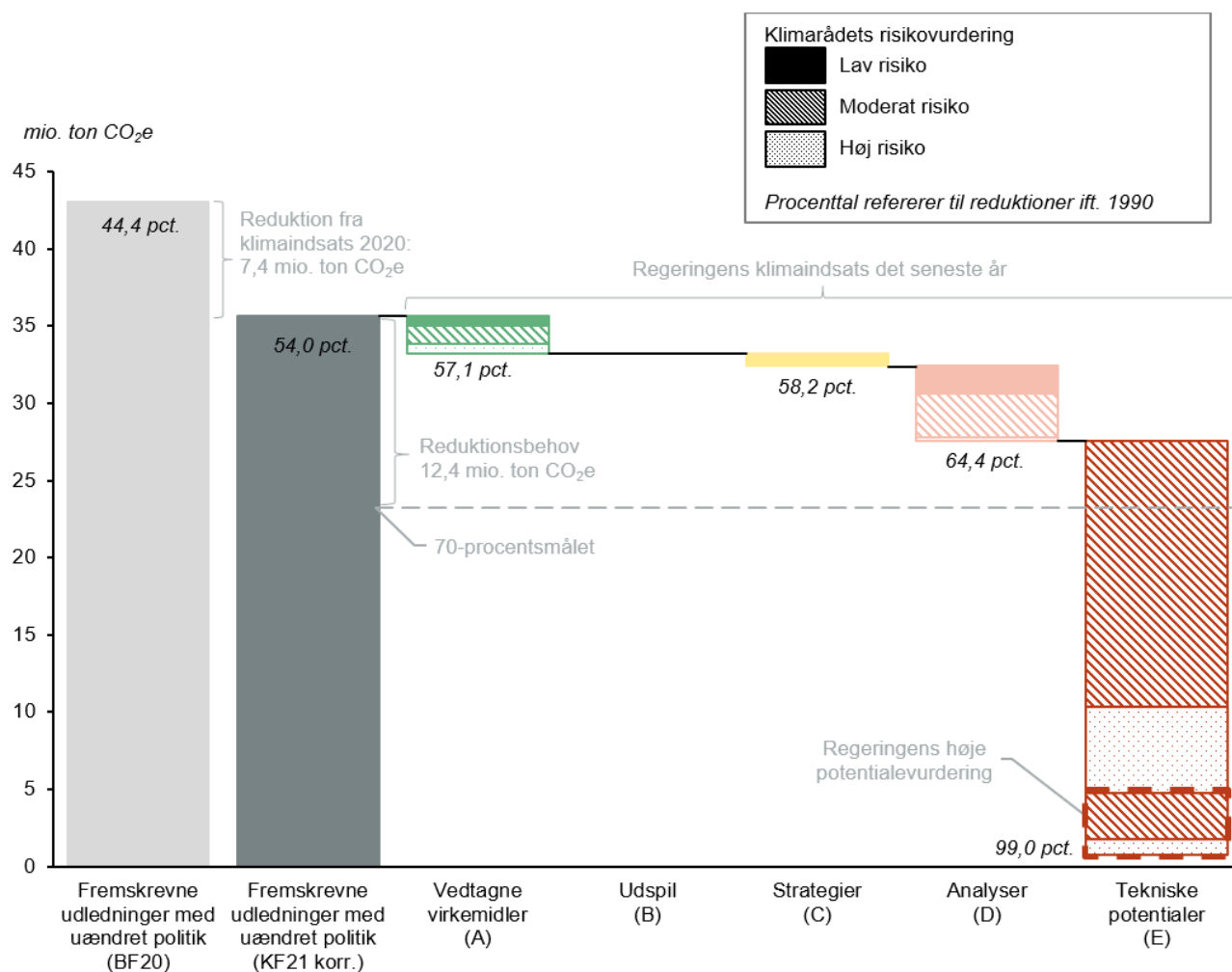
- **Lav samlet risiko:** Gives ved tildeling af lav risiko for alle tre parametre. Initiativer på konkretiseringsstadie E tildeles dog mindst moderat risiko, da initiativets karakter ikke gør det muligt at vurdere alle tre risikoparametre, hvilket medfører en iboende risiko.
- **Moderat samlet risiko:** Gives ved tildeling af moderat risiko for en eller flere af de tre parametre og/eller tildeling af høj risiko for én parameter, hvis denne parameter ikke vurderes væsentlig for initiativets effekt i mållåret.
- **Høj samlet risiko:** Gives ved tildeling af høj risiko for en eller flere af de tre parametre, hvoraf mindst én vurderes væsentlig for initiativets effekt i mållåret.

Formålet med risikovurderingerne er at vise, hvor regeringen bør sætte ind for at mindske risikoen for, at reduktionseffekter og -potentialer ikke bidrager til klimamålene i det omfang, regeringen regner med. Hvis der er høj eller moderat risiko forbundet med vedtagne virkemidler, og de efterfølgende indregnes i næste klimafremskrivning, kan konsekvensen være, at fremskrivningens opgjorte reduktionsbehov ikke er retvisende, og at reduktionseffekterne ikke indtræffer til fulde.

Der henvises til *Baggrundsnotat om Klimarådets vurderingsmetode* på Klimarådets hjemmeside for yderligere forklaring.

5.3 Samlet vurdering af klimaindsatsen til at nå 2030-målet

Det danske klimamål for 2030 er at nå 70 pct. reduktion af drivhusgasudledningerne i forhold til 1990. Sammendraget af vurderingerne af initiativerne for at nå 2030-målet vises i figur 5.3 og uddybes efterfølgende.



Figur 5.3 Vurdering af regeringens initiativer med hensyn til effekter og potentialer, konkretiseringsstadium og risiko i 2030

Anm. 1: Klimarådet har korrigeret Energistyrelsens fremskrevne udledninger i *Klimastatus og -fremskrivning 2021* med hensyn til metanudledning fra biogasanlæg og forbrændingskapacitet og indplaceret disse reduktionspotentialer på strateginiveau (C). Dette vedrører i alt 0,6 mio. ton CO₂e i 2030.

Anm. 2: Klimarådet har korrigeret for overlap mellem initiativer og mellem konkretiseringsstadier.

Kilde: Klimarådet.

Den lysegrå søjle viser de fremskrevne udledninger i 2030 fra *Basisfremskrivning 2020*, mens den mørkegrå søjle viser de fremskrevne udledninger i *Klimastatus og -fremskrivning 2021* efter en korrektion foretaget af Klimarådet. Korrektionen af Energistyrelsens fremskrevne udledninger består af en justering af forventningen til metanudslip fra biogasanlæg, samt af reduktionseffekten af konkurrenceudsættelse af affaldsforbrændingsanlæg. Dette er beskrevet i afsnit 5.5.4. Forskellen på den lysegrå og den mørkegrå søjle illustrerer indsatsen i 2020, som medførte et fald i de fremskrevne udledninger på 7,4 mio. ton i 2030. Faldet skete hovedsageligt som følge af regeringens vedtagelse af virkemidler og i mindre grad som følge af en række tekniske korrektioner i fremskrivningen.

Den mørkegrå søjle viser en fremskrevet udledning i 2030 på 35,7 mio. ton før indregning af virkemidler vedtaget det seneste år. Det svarer til en CO₂e-reduktion på 54,0 pct. i forhold til 1990. Dermed var der et reduktionsbehov på 12,4 mio. ton CO₂e for at nå 2030-målet før indregning af virkemidler vedtaget det seneste år.

Klimarådet har korrigeret Energistyrelsens fremskrevne udledninger i *Klimastatus og -fremskrivning 2021*, hvilket øger udledningerne og afstanden til målet med i alt 0,6 mio. ton CO₂e i 2030 sammenlignet med klimafremskrivningen. Specifikke begrundelser for de to justeringer findes i sektorafsnittet om affald senere i dette kapitel.

Klimarådet gør opmærksom på, at det på baggrund af Energistyrelsens høringsmateriale om forudsætninger til *Klimastatus og -fremskrivning 2022* kan forventes, at der vil blive ændret på en række forudsætninger i den kommende klimafremskrivning, som vil have indvirkning på det opgjorte reduktionsbehov i 2030. Det er uklart, hvad det samlet set kommer til at betyde for reduktionsbehovet, men fx forventer Energistyrelsen at opjustere fremskrivningen af CO₂-kvoteprisen frem mod 2030, som isoleret set vil trække i retning af at mindske reduktionsbehovet. Det samme vil en ny fremskrivning fra 9. februar 2022 af skovenes udledning gøre, men der er fortsat en række væsentlige usikkerheder i skovfremskrivningen, og der er ikke offentliggjort en ny fremskrivning af de samlede udledninger fra jorde og skove.¹

Den røde stiplede boks i figur 5.3 angiver regeringens høje værdier for de tekniske reduktionspotentialer, der er blevet opgjort med et højt og lavt potentiale.

Der er sket betydelig fremdrift mod 2030-målet over de seneste to år

Når der ses samlet på klimaindsatsen i 2020 og i 2021 vurderer Klimarådet, at fremdriften mod 2030-målet har været betydelig. Der er vedtaget konkrete virkemidler, der ved implementering vil halvere reduktionsbehovet fra et udgangspunkt på 20 mio. ton CO₂e i 2030 til 10 mio. ton, og Danmark har nu national klimapolitik på alle væsentlige udledningsområder. Derudover har regeringen fremlagt en køreplan for de videre klimapolitiske forhandlinger.

Klimarådet vurderer, at der siden rådets sidste statusrapport fra februar 2021 er sket en konkret fremdrift mod 70-procentsmålet i 2030. For det første er der vedtaget konkrete reduktionseffekter i landbrugsaftalen og i finanslovsaftalen for 2022. Disse vedtagne virkemidler (A) har en samlet reduktionseffekt på 2,4 mio. ton CO₂e i 2030, der udgøres af 1,9 mio. ton fra landbrugsaftalen, 0,5 mio. ton fra finanslovens pulje til negative udledninger og 0,01 mio. ton fra yderligere havvind frem mod 2030, som er vedtaget med finansloven. For det andet har regeringen konkretiseret klimaindsatsen ved at opprioritere analysearbejdet og fremlægge tekniske reduktionspotentialer. For det tredje er der iværksat en række væsentlige understøttende indsatser, hvoraf Klimarådet fremhæver regeringens udspil til tilskud til dansk brintproduktion, statsligt bidrag til grøn forskning og udvikling, samt en positiv udmelding over for EU-Kommissionens fremlagte forslag til en klimalovgivningspakke, *Fit for 55*.

Regeringen står på et forbedret analysegrundlag, der viser, at målet er teknisk muligt at nå

Regeringen fremlagde med *Klimaprogram 2021* en række analyser, herunder analyser af virkemidler i det tilhørende *Bruttovirkemiddelkatalog*. Dette er et eksempel på et analysearbejde, der gør indsatsen mere konkret, og som i efteråret 2021 spillede en rolle ved at indgå i de politiske drøftelser om nye initiativer.

Klimarådet har vurderet hver enkelt virkemiddelanalyse og placeret deres reduktionspotentialer på konkretiseringsstadiet D eller E, alt efter om der var tilstrækkelig konkretisering af virkemidlet i forhold til belysning af omkostninger, barrierer og organisering til, at virkemidlet kunne placeres på konkretiseringsstadiet D.

Regeringen har også fremlagt en række scenarier for opfyldelse af 2030-målet i *Klimaprogram 2021* som en del af regeringens klimaindsats. Scenarierne udgør et vigtigt fundament for regeringens videre arbejde med at definere den overordnede retning for klimaindsatsen, og de viser, at der er flere veje til at nå klimamålene. Regeringen viser med de tekniske reduktionspotentialer i *Klimaprogram 2021*, at de tekniske muligheder langt overstiger reduktionsbehovet for 70-procentsmålet, samt med de forskellige scenarier at der er forskellige veje til målopfyldelse.

Væsentlige understøttende initiativer bidrager også til opfyldelse af klimamål

Regeringen har igangsat understøttende og øvrige initiativer, som ikke indgår på konkretiseringsskalaen, da de ikke indeholder en egentlig reduktionseffekt eller reduktionspotentiale. Alligevel tages der højde for disse initiativer i Klimarådets samlede helhedsvurdering, da de understøtter klimaindsatsen, og at flere af dem er direkte forudsætninger for, at andre initiativer kan tilskrives en reduktionseffekt.

Klimarådet vurderer, at de væsentlige understøttende tiltag for 2030-målet det seneste år er følgende:

- Midler til udvikling af bedriftsregnskaber i landbrug
- Forøgelse af tilskudspulje målrettet virkemiddelforskning om teknologier i landbrugsaftalens udviklingsspor
- Udspil til produktionstilskud til brint
- Klimavenlig asfalt (reducerer udledninger, som ikke opfanges selvstændigt i fremskrivningsmetoden)
- Fremme udbredelse af ladestandere
- Lovgivnings- og markedsforberedende arbejde for CO₂-fangst og -lagring (CCS) og power-to-X (PtX)
- Midler til forskningsmissionerne inden for klima
- Positiv regeringsudmelding i forhold til EU's nye klimalogvgivningspakke *Fit for 55*

At regeringen er kommet langt, er dog ikke ensbetydende med, at indsatsen er tilstrækkelig til, at 70-procentsmålet i 2030 er anskueliggjort. Dette uddybes i det følgende.

Klimarådet vurderer samlet set, at klimaindsatsen endnu ikke anskueliggør, at 2030-målet nås

I vurderingen af anskueliggørelse ser Klimarådet på den foreliggende indsats i forhold til de nødvendige reduktioner for at nå målet, og i forhold til hvor mange år der er tilbage. På trods af den betydelige fremdrift mod 2030-målet vurderer Klimarådet, at regeringens klimaindsats endnu ikke anskueliggør, at 70-procentsmålet i 2030 nås. Rådet lægger vægt på følgende i sin begrundelse:

- Efter indregning af det seneste års vedtagne virkemidler udestår stadig et resterende reduktionsbehov på 10 mio. ton CO₂e i 2030.
- Samtidig vurderer Klimarådet, at de øvrige initiativer, som skal tilvejebringe det resterende reduktionsbehov, ikke er konkretiseret i tilstrækkeligt omfang. En stor del er stadig på analyseniveau (D), hvilket betyder, at regeringen endnu ikke har taget stilling til analyserne og ikke omsat den tilgængelige viden til strategier eller udspil til virkemidler. En del af initiativerne, der er nødvendige for at udfylde det resterende reduktionsbehov, befinder sig endnu på det laveste konkretiseringsstadium, hvor der kun anvises et teknisk reduktionspotentiale. I den forbindelse vurderer Klimarådet:
 - En konkretisering af reduktionspotentialer til strateginiveau (C) indebærer, at regeringen skulle have vist, hvordan den vil nå reduktionsmålet og ikke alene have fremlagt analyser, der viser, at målet potentielt er muligt at nå, såfremt der er politisk vilje til det. Det er først på strateginiveau (C), at regeringen reelt indikerer, hvad den har tænkt sig at gøre. Dette er et vigtigt skridt at tage i bestræbelserne på at nå målet, blandt andet fordi det giver samfundets aktører mulighed for at begynde at tilpasse sig og udnytte mulighederne i den forventede klimapolitik.
 - Klimarådets vurdering af konkretiseringen af regeringens klimaindsats skal ses i sammenhæng med, at der er otte år til 70-procentsmålet skal være opfyldt, og tre år til at hele

reduktionsbehovet stort set skal være dækket på konkretiseringsstadiet A i henhold til Klimarådets kriterier for anskueliggørelse.

- Der er høj eller moderat risiko forbundet med 1,8 mio. ton af de 2,4 mio. ton i reduktionseffekt fra landbrugsaftalens virkemidler og fra finanslovens tilskud til negative udledninger, som indgik blandt årets klimaaftaler.

Senest har ekspertgruppen for en grøn skattereform udgivet rapporten *Grøn skattereform, første delrapport* den 8. februar 2022. Ekspertgruppen er nedsat af Folketinget til at analysere mulighederne for CO₂-afgifters bidrag til klimaloovens mål. Klimarådet har ikke indarbejdet rapportens analyser systematisk i vurderingen af regeringens klimaindsats, men overordnet set vurderer Klimarådet, at rapportens analyserede reduktionspotentialer kan placeres på konkretiseringsstadiet D. Ekspertgruppen har analyseret et reduktionspotentiale fra energi, industri, færger, indenrigsflyvning mv. på 3,5 mio. ton CO₂e i 2030. For 2030-målet er der delvist overlap med regeringens øvrige initiativer på analyseniveau (D), og derfor er dette reduktionspotentiale allerede delvist afspejlet på niveau D i figur 5.3. Den nye analyse vil derfor umiddelbart kunne give anledning til, at 0,9 mio. ton rykkes fra stadiet E til stadiet D i figur 5.3. Dette er ikke afspejlet i figuren, da det er usikkert hvilke og i hvor stort omfang, reduktionspotentialerne vil blive påvirket. Klimarådet vurderer, at dette ikke påvirker rådets samlede vurdering.

Regeringens strategier er vigtige, men konkretiserer ikke nye reduktionspotentialer

Regeringen har på det seneste udgivet flere strategier. Klimarådet har set nærmere på, om der i disse dokumenter findes reduktionspotentialer, der kan kategoriseres som værende på strateginiveau (C) eller andre stadier på rådets konkretiseringsskala, og om disse strategier indeholder understøttende initiativer. Det drejer sig om dokumenterne *En køreplan for fangst, transport og lagring af CO₂*, *Regeringens Strategi for Power-to-X*, *Grøn Gasstrategi* og *Elektrificering af Samfundet*. Det bemærkes, at regeringen i *Klimaprogram 2021* fra september 2021 indikerede, at strategierne for elektrificering, power-to-X og CCS tilsammen kunne forventes at bidrage med et reduktionspotentiale på 18,4 mio. ton CO₂e i 2030 på strateginiveau (C) på rådets konkretiseringsskala. Klimarådet har dog ikke placeret dette reduktionspotentiale på strateginiveau, hvilket uddybes i de følgende afsnit.

Regeringens strategi for elektrificering indeholder tekniske reduktionspotentialer på konkretiseringsstadiet E. Da der er fuldt overlap mellem disse og de tekniske reduktionspotentialer, der fremgår af *Klimaprogram 2021*, er potentialerne kun vist én gang i figur 5.3. Regeringens strategi for grøn gas ses som et understøttende initiativ, hvilket kort uddybes i sektorafsnittet om energi- og industrisektoren senere i dette kapitel. I det følgende vurderer Klimarådet sammenfattende indholdet af henholdsvis strategien om CCS og strategien om power-to-X, og efterfølgende sammenfattes en samlet opfølgning angående konkretiseringsstadiet for strategidokumenterne.

Strategi om CCS

Regeringens *En køreplan for fangst, transport og lagring af CO₂* indeholder forskellige typer af initiativer:

- Dokumentet er en udmøntningsstrategi for tilskudsmidler, hvis tilknyttede reduktionseffekter allerede er indregnet i *Klimastatus og -fremskrivning 2021*. Det er vigtigt at udarbejde udmøntningsstrategier, men reduktionseffekterne kan kun tælles med én gang. Der er altså ikke tale om nye reduktionspotentialer.
- Flere af dokumentets initiativer kan bidrage til at understøtte målopfyldelse. Det gælder for eksempel prioritering af 190 mio. kr. fra EU til støtte af lokale værdikæder for fangst og lagring af CO₂ fra Fonden for Retfærdig Omstilling. Endvidere fokuserer regeringen på at skabe lovhjemmel til kommunale CCS-anlæg, og den arbejder for anerkendelse af optag af CO₂ fra CCS i EU-sammenhæng. Endelig gengiver regeringen i dokumentet, at der med den politiske aftale om forskningsreserven for 2022 er prioriteret forskningsmidler til kortlægning af CO₂-lagre i undergrunden.
- Dokumentet indeholder en uddybning af, hvordan regeringen forventer at realisere et nyt initiativ fra finanslovsaftalen for 2022 om tilskud til negative udledninger, hvilket bidrager til afklaring af, hvad initiativet består af. Selve reduktionseffekten herfra er allerede placeret på konkretiseringsstadiet A, idet den indgår i den forudgående finanslovsaftale.

Samlet set vurderer Klimarådet, at regeringens strategi for CCS indeholder understøttende initiativer, men at den ikke indeholder nye reduktionspotentialer, som ikke allerede er indregnet i *Klimastatus og -fremskrivning 2021* eller tilskrevet finanslovsaftalen for 2022.

Strategi om power-to-X

Dokumentet indeholder væsentlige elementer til at understøtte en udvikling, hvor power-to-X-produkter på sigt kan bidrage til opnåelse af 70-procentsmålet fx ved at fortrænge fossile brændsler inden for tung transport. Med dokumentet har regeringen offentliggjort et udspil til statsligt tilskud til dansk produktion af brint via elektrolyse, og i den sammenhæng har den sat sig et mål om opsætning af 4-6 GW elektrolysekapacitet inden 2030.

Klimarådet klassificerer regeringens tilskud til brintproduktion som et understøttende initiativ. Det skyldes, at den danskproducerede brint vil kunne handles på et internationalt marked, og at der derfor er behov for, at regeringen supplerer med virkemidler til at sikre national anvendelse af power-to-X-brændstoffer, hvis de skal fortrænge fossile brændstoffer i Danmark og bidrage til det nationale klimamål. Det har regeringen imidlertid ikke med i sin strategi. Derfor vurderer Klimarådet, at strategiens initiativer ikke løfter reduktionspotentialerne fra konkretiseringsstadiet E.

Dansk power-to-X-produktion øger muligheden for, at anvendelse kan ske ved senere beslutning om tilskyndelse hertil, og dermed vurderes statsstøttet brintproduktion også at være en væsentlig understøttende klimaindsats. I den forbindelse bemærker Klimarådet, at der ved hjælp af kendte virkemidler som CO₂-afgifter og iblandingskrav vil kunne sikres national anvendelse af power-to-X-brændstoffer.

Samlet set vurderer Klimarådet, at strategien om power-to-X er væsentlig for klimaindsatsen og for realiseringen af CO₂-reduktioner, men rådet vurderer ikke, at den konkretiserer nationale reduktionspotentialer. Samtidig bemærker rådet, at regeringens strategi for power-to-X peger frem mod målet om klimaneutralitet senest i 2050, da den understøtter udviklingen af en teknologi, der forventes at indtage en central rolle i den langsigtede omstilling af sektorer, hvor udledningerne er svære at reducere.

Udviklingstiltag i landbrug er ikke konkrete nok til at flytte reduktionspotentialet til strateginiveau

Initiativerne i landbrugsaftalens såkaldte implementeringsspor er placeret på konkretiseringsstadiet A, der angiver vedtagne virkemidler med reduktionseffekt. Aftalen indeholder derudover initiativer i et udviklingsspor med et samlet reduktionspotential på op mod 5 mio. ton CO₂e i 2030.

Klimarådet har vurderet, at landbrugsaftalens reduktionspotentialer i udviklingssporet ikke kan kategoriseres på strateginiveau (C), til trods for at der i den politiske aftale indgår et drivhusgasreduktionsmål for landbruget samt reduktionspotentialer for forskellige initiativer.

I landbrugsaftalen står det ikke klart, hvordan udviklingstiltagene skal gennemføres. I og med at der ikke er peget på virkemidler, og at mange af udviklingstiltagene endnu er umodne, er det for tidligt at kunne fordele ansvar på aktørgrupper, tidsangive, og vise veje til at overkomme barrierer, som skal til for at et initiativ kategoriseres på strateginiveau. Denne vurdering understøttes af, at der i regeringens *Bruttovirkemiddellkatalog* ikke er vist virkemidler og omkostninger for netop disse udviklingstiltag, og derfor har Klimarådet placeret deres respektive potentialer på konkretiseringsstadiet E. Det gælder med undtagelse af *Udvidet lavbundspotentiale*, som Klimarådet har placeret på analyseniveau (D), da potentialet vil kunne indfries med afsæt i eksisterende ordninger.

Nye virkemidler bringer os nærmere mål, men risici bør håndteres

Figur 5.3 viser Klimarådets risikovurderinger af regeringens initiativer. 0,6 mio. ton af reduktionen fra de virkemidler, der er vedtaget det seneste år, vurderes til at være forbundet med høj risiko. Det vedrører kvælstofindsatsens effekt. Endvidere er 1,2 mio. ton af de vedtagne virkemidler vurderet til at være forbundet med moderat risiko. Det drejer sig om implementering af EU's CAP-plan, tilskud til ekstensivering af lavbundsjorder og tilskud til negative udledninger via pyrolyse. Det vil sige, at i alt 1,8 mio. ton af de 2,4 mio. ton CO₂e-reduktion i 2030 fra virkemidler vedtaget det seneste år vurderes at være forbundet med høj eller moderat risiko. Da der er tale om initiativer, som forventes at blive indregnet i målopfyldelsen med næste fremskrivning, *Klimastatus og -fremskrivning 2022*, er det særligt vigtigt, at disse risici håndteres, så effekterne realiseres. Risikovurderingerne uddybes i de enkelte sektoraftsnit senere i kapitlet.

Regeringens køreplan rummer gode muligheder for konkret klimaindsats fremover

Regeringen har i *Klimaprogram 2021* anvendt dele af det begrebsapparat, der indgår i Klimarådets metode. Det er positivt, at der herved udvikles et fælles sprog for fremdriften i klimaindsatsen, så det understøtter en dialog omkring vurderingerne.

Endvidere er det positivt, at regeringen med klimaprogrammet har fremlagt en køreplan for den fremtidige klimaindsats. Af køreplanen fremgår det, at indgåede aftaler skal genbesøges, og at det er regeringens ambition, at alle de nødvendige beslutninger for at nå 70-procentsmålet i 2030 er truffet senest i 2025. Det giver mulighed for at øge konkretiseringen og for at udnytte nye muligheder på baggrund af teknologiske fremskridt.

Der er udsigt til, at indsatsen vil kunne anskueliggøre 70-procentsmålet, hvis regeringen lykkes med at følge køreplanen og i væsentlig grad at få konkretiseret det resterende reduktionsbehov med vedtagne virkemidler, udspil eller strategier, med overvejende lav eller moderat risiko. For eksempel har regeringen i køreplanen planlagt at følge op på grøn skattereform, på strategien for grøn omstilling af den tunge vejtransport, og der er planlagt et grønt industriudspil i 2022. Klimarådet vurderer, at disse initiativer rummer gode muligheder for at adressere væsentlige dele af det resterende reduktionsbehov på 10 mio. ton CO₂e i 2030. Klimarådet vil inkludere de kommende initiativer i sine årlige vurderinger, efterhånden som regeringen offentliggør dem.

Klimarådet ser behov for perspektivering

Klimarådets vurdering af anskueliggørelse fokuserer på opnåelse af nationale mål, uden at klimalovens guidende principper eksplicit inddrages. Dette følger klimaloven, som understreger, at Klimarådet i stedet skal tage hensyn til principperne i sine anbefalinger til klimapolitik og virkemidler. Som eksempel kan nævnes, at de nationale mål for 2030 og 2025 er defineret som territoriale mål, og det betyder, at Klimarådet i vurderingen af anskueliggørelse ikke direkte ser på de afledte effekter på de globale udledninger. Begrænsningerne i denne afgrænsning er uddybet i boks 5.2.

Boks 5.2 Territorial klimaopgørelse har begrænsninger

I forbindelse med den globale afrapportering fra Energistyrelsen belyses effekterne af den danske klimaindsats på globalt plan, og Klimarådet er forpligtet til at kommentere på emnet i den sammenhæng. Klimarådet ser imidlertid også i vurderingen af anskueliggørelse et behov for at gøre opmærksomhed på, at den klimaindsats, som regeringen foretager for at nå de nationale klimamål, kan være mere eller mindre gunstig, set i lyset af hvordan klimaindsatsen vil påvirke udledningerne i udlandet.

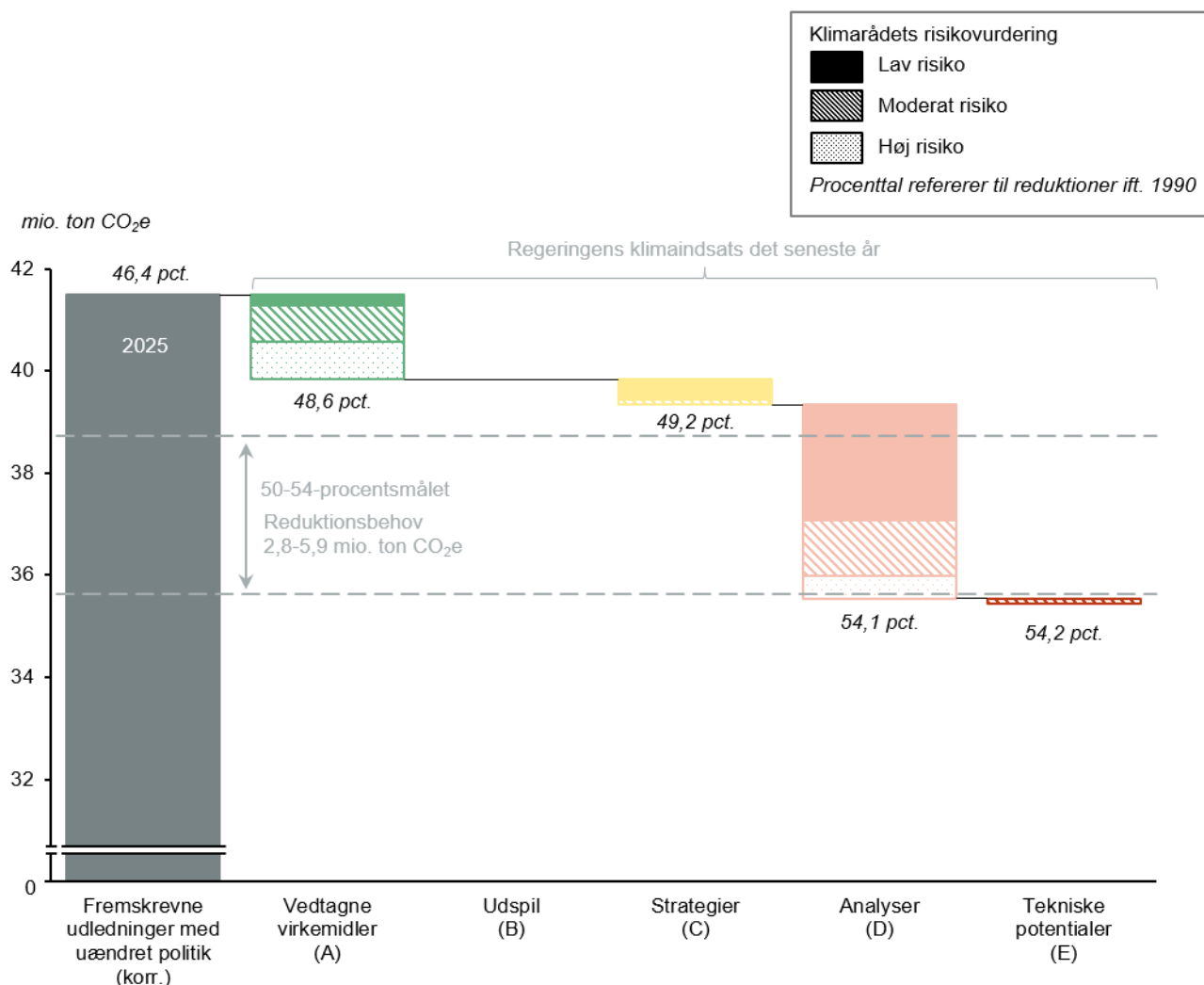
Et aktuelt eksempel er regeringens målsætning om, at der skal opføres power-to-X-anlæg med en samlet kapacitet på 4-6 GW frem mod 2030. Som beskrevet i afsnit 6.4, vil det med de nuværende planer for udbygning med vedvarende energi i Danmark medføre en drastisk forøgelse af elimporten til Danmark. Eftersom der stadig er en betragtelig andel af fossilt baseret elproduktion i flere af landene omkring Danmark, vil dette også umiddelbart medføre en betydeligt højere udledning af CO₂e fra disse lande. Den danske strategi for power-to-X kan ud over at bidrage til at realisere de nationale klimamål, hvis brændstoffet på sigt anvendes i Danmark, også ende med at øge udledningerne i andre lande. Det kan her indvendes, at EU's kvotesystem sætter et loft for udledningerne, og at det derfor ikke fører til større udledninger på europæisk plan, hvis dansk klimapolitik fører til øget produktion af fossilbaseret elektricitet. Dette er dog i praksis ikke tilfældet, hvilket er nærmere beskrevet i afsnit 4.3.

Den endelige vedtagelsestekst fra klima-, energi- og forsyningsministerens klimaredegørelse til Folketinget i december 2021 afspejler, at der også er opmærksomhed omkring denne problemstilling i Folketinget.² Af vedtagelsesteksten fremgår det, at regeringen pålægges ”at fremlægge en plan for udbygning af vedvarende energi, som sikrer, at Danmark i 2030 er nettoeksportør af grøn energi”. Som det fremgår af afsnit 6.4, finder Klimarådet, at dette er en relevant problemstilling og en fornuftig ambition.

Klimarådet er meget opmærksom på de globale klimateffekter i forbindelse med analyser af og anbefalinger til klimapolitikken, ligesom Klimarådet i den forbindelse også inddrager andre guidende principper end lækagehensyn. Se mere herom i kapitel 6. Klimarådet vil i det kommende år arbejde videre med lækagehensynet, klimalovens øvrige guidende principper og perspektivering af anskueliggørelse ud fra de territoriale opgørelsesprincipper.

5.4 Samlet vurdering af klimaindsatsen til at nå 2025-målet

Klimamålet for 2025 er 50-54 pct. reduktion af udledningen i forhold til 1990. Sammendraget af Klimarådets vurderinger af regeringens initiativer for at nå 2025-målet vises i figur 5.4 og uddybes efterfølgende.



Figur 5.4 Vurdering af regeringens initiativer i forhold til reduktionseffekt, konkretiseringsstadium og risiko i 2025

- Anm. 1: Reduktionsbehovet er opgjort på baggrund af et gennemsnit af udledningerne i 2024-26, mens initiativers effekter og potentialer er opgjort for 2025.
- Anm. 2: Klimarådet har korrigeret Energistyrelsens fremskrevne udledninger i *Klimastatus og -fremskrivning 2021* med hensyn til metanudledning fra biogasanlæg og i stedet indplaceret dette reduktionspotentiale på strateginiveau (C).
- Anm. 3: Klimarådet har korrigeret for overlap mellem initiativer og mellem konkretiseringsstadier.
- Kilde: Klimarådet.

I figur 5.4 vises de fremskrevne udledninger og det opgjorte reduktionsbehov for 2025 som et gennemsnit af 2024-2026, som klimaloven foreskriver. De fremskrevne og korrigerede udledninger er vist i den grå søjle og er opgjort til at være 41,5 mio. ton, hvilket svarer til en CO₂-reduktion på 46,4 pct. i forhold til 1990. Klimarådet har korrigeret Energistyrelsens fremskrevne udledninger i 2025 med en forventning om øget metanudslip fra biogasanlæg, se mere herom i afsnit 5.5.4. Før indregning af virkemidler vedtaget det seneste år er der således et reduktionsbehov på 2,8-5,9 mio. ton CO₂e i 2025.

Der mangler lidt for at nå den nedre grænse i 2025-målet

De vedtagne virkemidler (A) i 2025 udgøres af effekter fra landbrugsaftalen på 1,2 mio. ton CO₂e og fra finanslovens pulje til negative udledninger på 0,5 mio. ton. Disse effekter øger den forventede reduktion til 48,6 pct. De vedtagne virkemidler resulterer i et resterende reduktionsbehov på 1,1 mio. ton for at nå en 50 pct. reduktion og 4,2 mio. ton for at nå en 54 pct. reduktion. Dertil er der fremlagt initiativer, som Klimarådet placerer på strateginiveau (C), hvilket udfylder en god del af det resterende reduktionsbehov.

Der er endvidere fremlagt indsatser på analyseniveau, der er nok til at vise, at det er muligt at nå 2025-målet, såfremt analyserne bliver til konkret politik. Analyserne fremgår af regeringens *Bruttovirkemiddelkatalog* og har et reduktionspotential på i alt 3,8 mio. ton, hvor Klimarådet har taget højde for overlap mellem analysernes potentialer. Klimarådet bemærker, at Ekspertgruppen for en grøn skattereform med sin nylige rapport fra 8. februar 2022 har analyseret et reduktionspotential fra energi, industri, færger, indenrigsflyvning mv. på 1 mio. ton CO₂e i 2025. Klimarådet har allerede placeret reduktionseffekter for over 1 mio. ton i 2025 for de samme typer udledninger, og der er således fuldt overlap til øvrige initiativer på analyseniveau. Derfor påvirker denne analyse ikke Klimarådets vurdering af 2025-målet.

De vedtagne virkemidler er vurderet til at være forbundet med høj og moderat risiko for 1,5 mio. ton CO₂e af de 1,7 mio. ton CO₂-reduktion i 2025. Analyserne på niveau D er forbundet med lav eller moderat risiko for opnåelse af deres respektive reduktionspotentialer i 2025 bortset fra kuludfasning på Nordjyllandsværket, der er vurderet til at være forbundet med høj risiko.

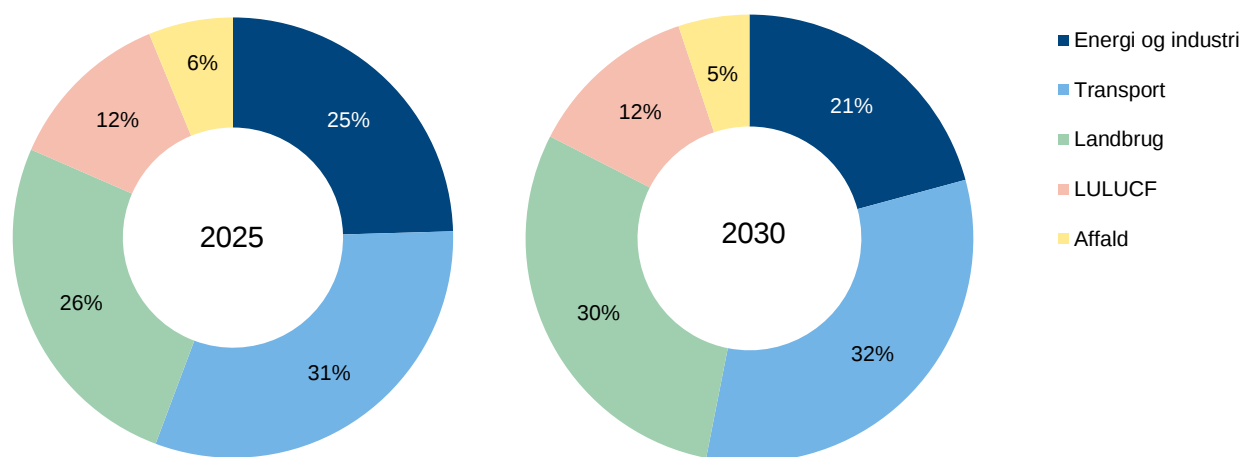
Samlet set er den nuværende status, at der mangler virkemidler, der kan sikre målopfyldelsen. Det skal dog bemærkes, at siden seneste klimafremskrivning fra april 2021 er forventningen til kvoteprisens udvikling opjusteret markant, og samtidig er der udkommet en helt ny og mere optimistisk fremskrivning af CO₂-optaget i danske skove bestilt af Energistyrelsen. Når disse nye elementer medregnes i den kommende klimafremskrivning for 2022, kan reduktionsbehovet muligvis blive elimineret, men der kan også vise sig elementer, der modsat øger reduktionsbehovet.

I relation til vurdering af status for 2025-målet bemærker Klimarådet, at der er en væsentlig sammenhæng mellem dette mål og Danmarks EU-pålagte klimamål. I kapitel 4 fremgår det, at EU-Kommissionens forslag til nye EU-forpligtelser indebærer skærpede reduktionsforpligtelser for Danmark i de ikke-kvotebelagte sektorer og i LULUCF-sektoren (arealanvendelse og skov). Særligt forventes det fremsatte EU-forslag at medføre et betydeligt reduktionsbehov i perioden 2025-2030. Da disse forpligtelser er udformet som et periodemål med en reduktionsforpligtelse for de akkumulerede udledninger for hele perioden frem til 2030, vil en tidlig indsats, også frem mod 2025, bidrage til at opfylde de kommende strammere EU-forpligtelser.

5.5 Vurdering af klimainsats i sektorer

I det følgende uddyber og begrundes Klimarådets vurderingerne af målopfyldelse ved gennemgang af klimainsatsen sektorvis. Til det formål opdeler Klimarådet regeringens klimainsats i de forskellige udledningssektorer. Afslutningsvist vurderes initiativer, der går på tværs af sektorer, fx tilskud til negative udledninger og finansiering af grøn forskning, udvikling og demonstration.

Figur 5.5 giver et overblik over udledningerne fordelt på sektorer. Udledningerne er vist før indregning af effekter af virkemidler vedtaget det seneste år. Figuren viser, at der sker visse forskydninger i fordelingen af udledninger på sektorer fra 2025 til 2030. Det er især en bevægelse fra energi og industri til landbrug. Ser man på fordelingen i 2030 er nogle af de største udledningssektorer transport med 32 pct. og landbrug med 30 pct. af de fremskrevne udledninger. Landbrugets andel kommer dog over 40 pct., når landbrugets arealanvendelse regnes med. Arealanvendelsen er i figur 5.5 opgjort som en del af LULUCF-sektoren.



Figur 5.5 Fordeling af fremskrevne drivhusgasudledninger i Danmark

Anm. 1: Klimarådets sektorinddeling er beskrevet i de enkelte sektoraftsnit.

Anm. 2: Klimarådet har korrigeret udledninger i *Klimastatus og -fremskrivning 2021*.

Anm. 3: LULUCF betegner arealanvendelse, ændringer i arealanvendelse og skov.

Kilder: Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2021*, 2021 og Klimarådet.

5.5.1 Klimaindsats i landbrug og LULUCF

Klimarådet præsenterer i dette afsnit sin vurdering af regeringens indsats inden for landbrug og LULUCF. LULUCF står for *land use, land use change and forestry*. Opgørelseskategorien LULUCF omfatter altså udledninger fra arealanvendelse, ændring i arealanvendelse og skov. Gennemgangen fokuserer først på den seneste fremskrivning af udledninger, og derefter gives et overblik over indsats og vurdering af konkretiseringsstadiet, effekt, risiko og understøttende initiativer. Til sidst sammenfattes afsnittets væsentligste pointer.

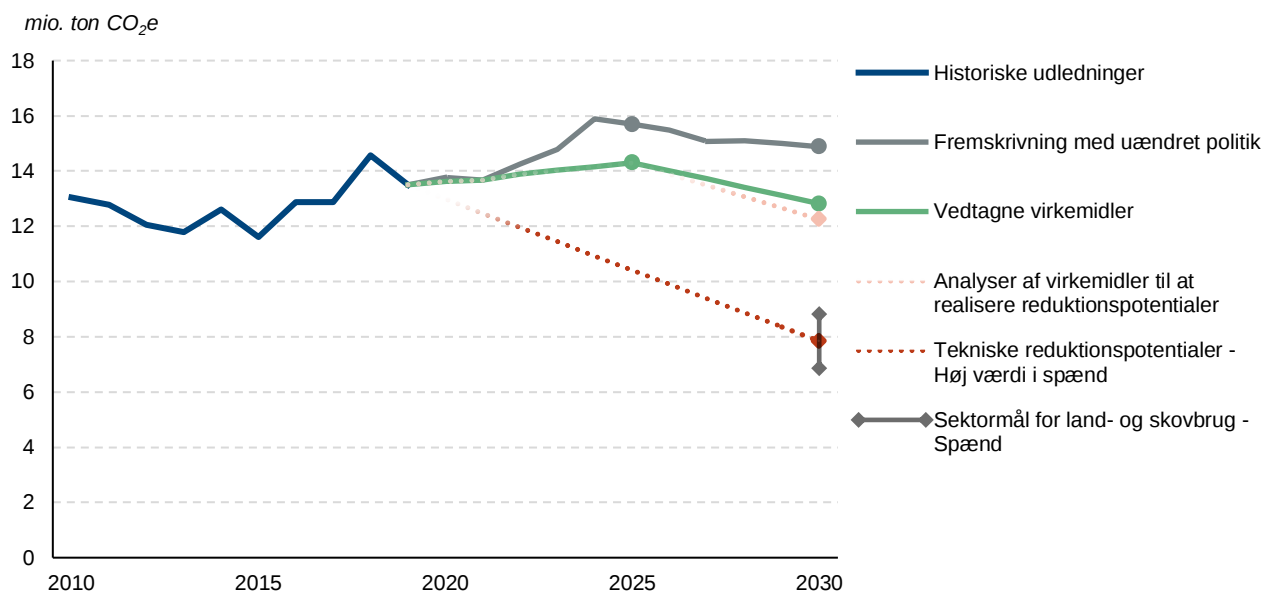
Status for udledninger

Der er siden *Statusrapport 2021* indgået *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug* (herefter benævnt landbrugsaftalen). Den indeholder en række virkemidler og reduktionspotentialer. Desuden har aftaleparterne bag landbrugsaftalen fastsat et reduktionsmål for landbrug og LULUCF på 55-65 pct. i 2030 i forhold til udledningen i 1990. Det svarer til en udledning på 6,9-8,8 mio. ton i 2030, se figur 5.6. *Klimastatus og -fremskrivning 2021* viste, at sektorernes udledning i 2030 med uændret politik forventes at være 14,9 mio. ton CO₂e.

Udledninger fra opgørelseskategorien landbrug var i 2019 11,1 mio. ton CO₂e ifølge *Klimastatus og -fremskrivning 2021*. Langt størstedelen af udledningerne fra denne kategori består af metan og lattergas, der i 2019 udgjorde henholdsvis 79 og 88 pct. af Danmarks samlede metan- og lattergasudledning. Metan og lattergas udgjorde 98 pct. af landbrugets samlede udledninger, mens de sidste to procentpoint udgøres af CO₂-udledning fra kalkning.

Udledninger fra opgørelseskategorien LULUCF var i 2019 kilde til en udledning på 2,4 mio. ton CO₂e ifølge *Klimastatus og -fremskrivning 2021*. Udledninger fra LULUCF udgøres dels af udledninger fra jorder og dels af et modsatrettet optag (negative udledninger) fra skovene. I 2019 udledte jorderne 5,3 mio. ton CO₂e, hvoraf lavbundsstederne udgjorde 4,8 mio. ton.³ Derudover var der et modsatrettet optag i skovene på 2,9 mio. ton. Dermed var LULUCF samlet set en kilde til nettoudledning.

Reduktionseffekter og -potentialer af regeringens initiativer vises i figur 5.6 sammenholdt med de fremskrevne udledninger fra både landbrug og LULUCF. For at nå målet om 55-65 pct. reduktion i 2030 udestår et resterende reduktionsbehov på mellem 4,0 og 6,0 mio. ton CO₂e i 2030 efter indregning af det seneste års vedtagne virkemidler.



Figur 5.6 Reduktionseffekter og reduktionspotentialer i landbrug og LULUCF

Anm. 1: De samlede udledninger i landbrug og LULUCF var 19,6 mio. ton CO₂e i 1990.

Anm. 2: Denne opgørelse inkluderer ikke de energirelaterede udledninger landbrug og LULUCF. Disse behandles under afsnit om energi og industri.

Kilder: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2021*, 2021; Finansministeriet, *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug*, 2021; Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2021*, 2021, Klimarådet.

Overblik over vurdering af klimaindsatsen

Siden *Statusrapport 2021* har Folketinget med landbrugsaftalen fra oktober 2021 vedtaget otte nye virkemidler. Desuden blev der på finansloven 2022 afsat en pulje til negative emissioner, som Klimarådet beregningsteknisk har fordelt ligeligt mellem puljens tre formål i 2030, hvoraf delen om pyrolyse vises og vurderes i dette afsnit. Dermed er der vedtaget virkemidler, der giver reduktioner på henholdsvis 1,4 og 2,1 mio. ton CO₂e i 2025 og 2030. Se tabel 5.2.

Aftaleparterne i landbrugsaftalen har præsenteret en række tekniske reduktionspotentialer, som i tillæg til de vedtagne virkemidler vil kunne reducere udledningerne med yderligere 4,8 mio. ton CO₂e i 2030 – det såkaldte udviklingsspor i aftalen. Disse potentialer er dog ikke konkretiseret, fordi regeringen ikke har analyseret potentialet eller lagt sig fast på virkemidler. Ud over initiativerne fra landbrugsaftalen indgår øget statslig skovrejsning fra *Klimaprogram 2021*, og det resterende tekniske potentiale for skovrejsning fra *Klimaprogram 2021* som en del af Klimarådets kortlægning af regeringens klimaindsats. Dermed lyder det samlede potentiale på 7,1 mio. ton CO₂e i 2030 som det ses i tabel 5.2.

Tabel 5.2 Klimarådets vurdering af initiativer inden for landbrug og LULUCF

Initiativ	Beskrivelse	Konkretiseringsstadium	Effekter og potentialer (mio. ton CO ₂ e i 2025)	Effekter og potentialer (mio. ton CO ₂ e i 2030)	Risiko-vurdering for 2030
Øget fedtandel i foder til malkekvæg	Krav til landmænd om at der skal blandes mere fedt i foderet til malkekvæg.	A Vedtagne virkemidler	0,17	0,16	Moderat
Hyppig udslusning i svinestalde	Krav til landmænd om praksis i svinestalde.	A Vedtagne virkemidler	0,15	0,17	Lav

Udtagning af landbrugsjorder	Øget tilskudspulje til udtagning af lavbundsjorder.	A	Vedtagne virkemidler	0,04	0,33	Lav
Privat skovrejsning	Øget tilskudspulje til privat skovrejsning.	A	Vedtagne virkemidler	0,00	0,05	Lav
Kvælstofindsats	Ambitionen om at nå vandrammedirektivets mål i 2030 har bl.a. betydning for landbrugets lattergasemissioner.	A	Vedtagne virkemidler	0,31	0,64	Høj
Midlertidig reduceret hugst i skove	Beslutning om at staten skal ændre praksis og reducere hugsten i danske statsskove med 20 pct. i perioden 2026-2031.	A	Vedtagne virkemidler	-	0,07	Lav
Pulje til negative udledninger	Andel af pulje til negative emissioner der går til lagring af CO ₂ fra pyrolyse.	A	Vedtagne virkemidler	0,25	0,17	Moderat
Ny CAP-plan	Den danske CAP-plan for den kommende planperiode kan udløse reduktioner pga. ændret drift.	A	Vedtagne virkemidler	0,38	0,38	Moderat
Ekstensivering	Element i den nye CAP-plan med ekstensivering af lavbundsjorder.	A	Vedtagne virkemidler	0,10	0,10	Moderat
Statslig skovrejsning	Øget pulje til statslig skovrejsning.	D	Analyser af virkemidler til at realisere reduktionspotentialer	0,01	0,07	Høj
Udvidet lavbunds-potentiale	Nedsat ekspertudvalg til at kortlægge muligheder for at tage flere lavbunds-jorde ud af landbrugsdrift.	D	Analyser af virkemidler til at realisere reduktionspotentialer	-	0,50	Moderat
Brun bioraffinering som for eksempel pyrolyse	Omdannelse af biomasse til bl.a. biokoks som kan lagre kulstof og dermed give negative udledninger.	E	Teknisk reduktionspotentialer	-	1,83	Høj
Håndtering af gylle og gødning	Anvendelsen af tekniske systemer til behandling af gylle kan give reduktion i metanudledningen.	E	Teknisk reduktionspotentialer	-	1,00	Moderat
Fodertilsætningsstoffer	Uafprøvede fodertilsætningsstoffer kan vise sig at kunne give reduktioner i metanproduktionen i drøvtyggerses fordøjelse.	E	Teknisk reduktionspotentialer	-	1,00	Høj
Fordobling af det økologiske areal	Omlægning af konventionel svineproduktion til økologi giver en reduktion i produktionen af svin og dermed lavere emissioner herfra.	E	Teknisk reduktionspotentialer	-	0,50	Moderat
Tilbageværende teknisk potentiale for skovrejsning	Teknisk potentiale ved skovrejsning modregnet øvrige beskrevne potentialer	E	Teknisk reduktionspotentialer	-	0,08	Moderat
Samlet reduktionspotentialer og -effekt i landbrug og LULUCF				1,41	7,05	
Samlet reduktion fra vedtagne virkemidler i landbrug og LULUCF				1,40	2,07	

Anm. 1: Klimarådet har beregningsteknisk fordelt reduktionseffekterne fra puljen til negative udledninger ligeligt mellem puljens tre formål, pyrolyse, indfangning af CO₂ fra biogasopgradering og indfangning fra luften i 2030. For 2025 er effekten fordelt ligeligt mellem de to førstnævnte.

Anm. 2: Klimarådet har valgt at anvende landbrugsaftalens potentialevurdering, da der her i højere grad er taget hensyn til overlap end i regeringens *Bruttovirkemiddelkatalog*.

Kilder: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2021*, 2021; Finansministeriet, *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug*, 2021; Finansministeriet, *Aftale om Finanslov 2022*, 2021; Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2021*, 2021 og Klimarådet.

Trin 1: Vurdering af fremskrivning

Der er behov for bedre dokumentation af reduktionseffekterne inden for landbrug og LULUCF. I Klimarådets *Kommentering af Klimastatus og -fremskrivning 2021* fremførte rådet, at der i både reduktionseffekter af virkemidler og i forudsætninger for skovdrift er behov for bedre dokumentation. Behovet kommer af, at arealer udlagt til urørt skov siden 2018 og skovrejsning, der er sket i regi af Den Danske Klimaskovfond, ikke er regnet med i *Klimastatus og -fremskrivning 2021*. Herudover vurderer Klimarådet, at det er vigtigt, at klimaeffekten af skovvirkemidler opgøres på en måde, så den er forenelig med de nationale opgørelser. Disse pointer er uddybet i Klimarådets *Kommentering af Klimastatus og -fremskrivning 2021* og gør samlet set, at *Klimastatus og -fremskrivning 2021* havde væsentlige mangler i sektoren for landbrug og LULUCF. I høringsmaterialet til *Klimastatus og -fremskrivning 2022* fremgår det, at skovfremskrivningen er opdateret med vedtaget politik og dermed er en del af kommentarerne fra Klimarådet imødekommet.

Der er også behov for bedre dokumentation af reduktionseffekten ved de miljøteknologier, der anvendes i landbrugets stalde. Klimarådet påpeger, at der er en række virkemidler på landbrugsområdet relateret til miljøteknologier i staldene, der indgår i fremskrivningen, men som ikke er tilstrækkeligt dokumenteret til at kunne indgå i de nationale klimaopgørelser. De nationale klimaopgørelser er de officielle opgørelser, der indleveres til EU og FN som en del af Danmarks internationale klimaforpligtelser, og som klimaloven angiver, at klimalovens mål skal følge. Sikres der ikke tilstrækkelig dokumentation, vil effekten af de implementerede miljøteknologier ikke vise sig i opgørelserne. Fremfor at justere fremskrivningen vurderer Klimarådet, at regeringen bør arbejde på snarest muligt at sikre den nødvendige dokumentation, så klimaeffekten af de relevante tiltag vil kunne indregnes i opgørelserne. Dette er yderligere beskrevet i kapitel 6.

Den manglende dokumentation er medvirkende til, at fremskrivningen for landbrug og LULUCF er forbundet med en betydelig usikkerhed. På grund af denne manglende dokumentation, og de øvrige forhold omkring fremskrivningen, som er beskrevet i Klimarådets *Kommentering af Klimastatus og -fremskrivning 2021*, vurderer Klimarådet, at fremskrivningen af udledninger fra landbrug og LULUCF er forbundet med betydelig usikkerhed. Der er derfor særlig grund til, at regeringen udviser opmærksomhed omkring både udviklingen generelt og effekterne af de implementerede og planlagte indsatser inden for landbrug og LULUCF. På grund af usikkerheden kan det vise sig nødvendigt at korrigere og justere indsatsen for at sikre de forventede og nødvendige reduktioner af udledningerne.

Trin 2: Konkretiseringsstadie

Samtlige nye initiativer, der indgår i landbrugsaftalens konkrete virkemidler, er placeret på konkretiseringsstadie A, da de er vedtagne og finansierede.

Initiativet *Statslig skovrejsning* er placeret på analyseniveau (D), fordi regeringen har belyst omkostningen og anført, hvordan reduktionen kan realiseres. Udvidet lavbundspotentiale vurderes ligeledes at være på analyseniveau (D), da potentialet vil kunne indfries med afsæt i eksisterende ordninger.

Ud over initiativet om udvidet lavbundspotentiale, har Klimarådet placeret udviklingstiltagene fra landbrugsaftalens udviklingsspor på konkretiseringsstadie E, tekniske reduktionspotentialer. Det skyldes, at der hverken i *Klimaprogram 2021* eller landbrugsaftalen er angivet politiske instrumenter eller en beskrivelse af, hvordan regeringen eller aftaleparterne vil udmønte initiativerne.

Trin 3: Effektivvurdering

Klimarådet har vurderet effekten af regeringens initiativer inden for landbrug og LULUCF. Klimarådet har ikke fundet anledning til at korrigere regeringens effekter og potentialer, men har flyttet reduktionspotentialer fra konkretiseringsstadie E til D eller A. Det gælder den forventede effekt ved puljen fra negative udledninger, der indgår som et vedtaget virkemiddel. Det tekniske potentiale af pyrolyse fra landbrugsaftalen bliver derfor

nedjusteret med effekten fra puljen. Det gælder også *Tilbageværende teknisk potentiale for skovrejsning* beskrevet i Klimaprogram 2021. Klimarådet placerer effekten af statslig og privat skovrejsning på højere konkretiseringsstadier, henholdsvis D og A.

Klimarådet fremhæver tre forhold, der har betydning for størrelsen af regeringens anviste reduktionspotentialer: for lave tekniske reduktionspotentialer, økologi som klimavirkemiddel og klimagevinsten ved reduceret skovhugst.

Tekniske reduktionspotentialer virker lave

Regeringen har angivet tekniske reduktionspotentialer for en række initiativer, heriblandt skovrejsning. Klimarådet bemærker, at en række af disse initiativer tilskrives et mindre teknisk reduktionspotentiale, end hvad Klimarådet vurderer eksisterer på de pågældende områder. Det tekniske reduktionspotentiale er i Klimarådets optik det samlede fysiske potentiale, hvor der ikke tages hensyn til blandt andet omkostninger eller lignende begrænsende forhold. Hvis der eksempelvis indgår en økonomisk vurdering af, hvad der er muligt at realisere, er der ikke længere tale om teknisk reduktionspotentiale, men et økonomisk realiserbart potentiale. Det er i den forbindelse helt afgørende, at regeringen er åben omkring de økonomiske antagelser og metoder, der er anvendt, hvis andre skal kunne sammenligne forskellige klimapolitiske tiltag. Hvis der ikke er åbenhed om antagelserne, vil der skabes uklarhed om, hvad mulighederne og barriererne for reduktioner fra landbruget reelt er. Klimarådet fremhæver her tre eksempler, hvor rådet vurderer, at det tekniske potentiale i *Klimaprogram 2021* er for lavt:

1. Regeringen angiver, at det tekniske reduktionspotentiale ved skovrejsningsinitiativer i *Klimaprogram 2021* er 0,2 mio. ton CO₂e i 2030 (se anmærkning til tabel 5.2). Det er dog ikke entydigt hvordan regeringen har opgjort effekten ved skovrejsning, og derfor er det også uklart, hvor mange hektar skovrejsningspotentialet dækker over. Klimarådet anslår på baggrund af beregningsforudsætninger til landbrugsaftalen, at regeringens tekniske potentiale for skovrejsning dækker over cirka 4.000 hektar skovrejsning om året frem mod 2030, ud over de 1.900 hektar der ligger i *Klimastatus og -fremskrivning 2021*. Det hænger ikke sammen med, at regeringen på den anden side regner med 9.400 hektar skovrejsning pr. år udover baseline i adfærdsscenariet fra *Klimaprogram 2021*.⁴ Klimarådet konstaterer derfor, at det *tekniske* potentiale for skovrejsning, alt andet lige, må være større end opgjort i *Klimaprogram 2021*, og at regeringen derfor ikke redegør for hele det tekniske reduktionspotentiale for skovrejsning. Det er særlig problematisk, fordi skovrejsning giver store muligheder for binding af kulstof. Sker skovrejsning med henblik på træproduktion, vil der tillige være en yderligere mulighed for produktion af biomasse til anvendelse i andre sektorer frem mod målet om klimaneutralitet.
2. Det andet eksempel gælder det tekniske potentiale for teknologier til at håndtere gylle og gødning. I regeringens *Bruttovirkemiddelkatalog* optræder en række kendte teknologier, der i dag er vidt udbredte i forbindelse med den eksisterende ammoniakregulering. Klimarådet vurderer, at disse teknologier rent teknisk kan opnå langt større udbredelse end antaget af regeringen. Det skyldes blandt andet muligheden for at implementere både forsuring og køling i eksisterende staldsystemer.
3. Vurderingen af det tekniske reduktionspotentiale for udtagning af lavbundsarealer er betydeligt under det faktiske danske lavbundsareal. Klimarådet vurderer derfor, at regeringen undervurderer, hvad det teknisk er muligt at udtage.

Samlet set vurderer Klimarådet, at regeringen ikke opgør hele det mulige potentiale, men at regeringen foretager en afgrænsning, som ikke lader til kun at være baseret på tekniske begrænsninger, uden at det fremgår hvilke yderligere begrænsninger, der er tale om.

Økologi som klimavirkemiddel

Omlægning af konventionel landbrugsproduktion til økologi giver lavere udledninger i Danmark samtidig med et reduceret pesticidforbrug med positive følger for vandmiljø og biodiversitet på landbrugsarealerne. En fordobling af det økologiske areal har ifølge *Klimaprogram 2021* og landbrugsaftalen et reduktionspotentiale på 0,5 mio. ton CO₂e i 2030. Det skyldes, at økologisk produktion af mælk, svin og planteavl har en drivhusgasudledning pr. hektar, som er henholdsvis 40, 55 og 13 pct. lavere, end hvad en tilsvarende konventionel produktion udleder.⁵

En del af det potentiale hænger sammen med, at økologisk produktion har en lavere produktion pr. hektar end konventionelt landbrug. Økologisk mælke-, svine- og planteproduktion producerer 62, 55 og 72 pct. af, hvad en

konventionel produktion producerer.⁶ Det betyder, at der ikke er ligeså stor klimagevinst pr. produceret enhed, som der er pr. hektar. Økologisk produktion af mælk, svin og planter udleder henholdsvis 4 pct., 18 pct. og 4 pct. mindre pr. produceret enhed end tilsvarende konventionel produktion.⁷ Det betyder altså, at den samlede danske produktion kan forventes at blive lavere, hvis der omlægges til økologi, såfremt forholdet mellem animalsk og plantebaseret produktion og afsætning af økologiske og konventionelle fødevarer er den samme, hvilket kan give en øget produktion udenfor Danmarks grænser. Spørgsmålet er dog, hvordan omlægning til økologi påvirker forholdet mellem animalsk og plantebaseret produktionen og afsætningen, fordi det kan være afgørende for, om der er risiko for lækage. I hvilket omfang en reduceret produktion vil føre til lækage afhænger desuden af udviklingen i dansk og udenlandsk efterspørgsel. De Økonomiske Råd vurderer i rapporten *Økonomi og Miljø 2021* lækageraten i landbruget til 25 pct., hvilket dog er behæftet med stor usikkerhed.⁸

Klimagevinsten ved reduceret skovhugst kan give lækage

I landbrugsaftalen har aftalepartnerne vedtaget at reducere skovhugsten i statsskovene med 20 pct. mellem 2026 og 2031. Det udløser ifølge aftalen en gevinst på 0,07 mio. ton CO₂e i 2030, fordi lavere skovhugst øger kulstoflageret i skovene. Man skal dog være opmærksom på størrelsen af lækageeffekter ved nedsat produktion.⁹

Trin 4: Risikovurdering

Klimarådet har risikovurderet de 16 initiativer indenfor landbrug og LULUCF, hvoraf de første ni er vedtagne virkemidler, to er analyser og fem er tekniske reduktionspotentialer. Se tabel 5.3.

Tabel 5.3 Uddybning af risikovurdering på tre risikoparametre – landbrug og LULUCF

Initiativ	Samlet risikovurdering	Implementeringsudfordringer	Incitamentsstyrke	System- og arealsammenhæng
Øget fedtandel i foder til malkekvæg	Moderat	Lav	Moderat	Lav
Hyppig udslusning i svinestalde	Lav	Lav	Lav	Lav
Udtagning af landbrugsjorder	Lav	Lav	Lav	Lav
Privat skovrejsning	Lav	Lav	Lav	Lav
Kvælstofindsats	Høj	Lav	Høj	Lav
Midlertidig reduceret hugst i skove	Lav*	Lav	Lav	Lav
Pulje til negative udledninger (pyrolyse)	Moderat	Moderat	Lav	Moderat
Ny CAP-plan	Moderat	Lav	Moderat	Lav
Ekstensivering	Moderat	Lav	Moderat	Lav
Statslig skovrejsning	Høj	Lav	Høj	Lav
Udvidet lavbundspotentiale	Moderat*	Lav	Moderat	Lav
Brun bioraffinering som for eksempel pyrolyse	Høj*	Høj	Ikke vurderet	Høj
Håndtering af gylle og gødning	Moderat*	Moderat	Ikke vurderet	Ikke vurderet
Fodertilsætningsstoffer	Høj*	Høj	Ikke vurderet	Ikke vurderet
Fordobling af det økologiske areal	Moderat*	Lav	Ikke vurderet	Ikke vurderet
Tilbageværende teknisk potentiale for skovrejsning	Moderat*	Lav	Ikke vurderet	Ikke vurderet

Anm.: Initiativer markeret med * er alene risikovurderet for 2030, mens risikovurdering for de øvrige er ens for 2025 og 2030. For *Øget fedtandel i foder til malkekvæg* er implementeringsudfordringerne vurderet høj for 2025, men lav for 2030. For *Pulje til negative udledninger (pyrolyse)* er implementeringsudfordringerne vurderet høj for 2025, men moderat for 2030.

Kilde: Klimarådet.

Vedtagne virkemidler (A)

Klimarådet vurderer, at fem af de ni vedtagne virkemidler er forbundet med moderat eller høj risiko. Det gælder øget fedtandel i foder til malkekvæg, kvælstofindsats, pulje til negative udledninger med pyrolyse, ny CAP-plan og ekstensivering.

- **Øget fedtandel i foder:** Regeringen har iværksat forskning i øget fedtandel i foder til kvæg, som forventes at sikre den dokumentation, som gør, at effekten kan regnes med i den nationale opgørelse. Det er dog usikkert om resultatet af denne forskning er klar til 2025, og derfor er det også usikkert, om

effekten kan regnes med i 2025. Klimarådet vurderer derfor, at implementeringsrisikoen for 2025 er høj, men lav i 2030. Klimarådet konstaterer endvidere, at selvom kravet om øget fedtandel i foder til malkekvæg blev vedtaget i landbrugsaftalen i oktober, så er det uklart hvilket virkemiddel, der skal tages i brug for at få landmændene til at opfylde kravet. Derfor er incitamentsrisikoen for realisering af potentialet moderat både i 2025 og 2030.

- **Ny CAP-plan:** Regeringen har valgt ikke at lave en kvantitativ miljøvurdering af den kommende reform af EU's landbrugsstøtte (vedrørende ny CAP-plan). Manglen på denne vurdering giver anledning til øget risiko for, at den nye CAP-plan ikke leverer de fremtidige incitamenter, der kan sikre det angivne reduktionspotentiale. Klimarådet vurderer derfor, at afløbet af de nye ordninger er usikre, fordi de landbrugsøkonomiske implikationer for danske landmænd ikke er blevet kortlagt fyldestgørende. Det kan få stor betydning for reduktionseffekterne, fordi de er direkte relateret til hvor mange hektar landbrugsjord, der tages ud af drift, og dermed det økonomiske incitament for den enkelte landmand. Incitamentsrisikoen vurderes derfor at være moderat for både 2025 og 2030.
- **Ekstensivering:** Ekstensivering med slæt (slåning af græs eller hø) er en del af de nye CAP-ordninger og vurderes derfor at have moderat risiko på linje med effekten af en ny CAP-plan af samme årsager som beskrevet oven for.
- **Kvælstofindsats:** Klimarådet finder, at kvælstofregulering, fx gennem normer for hvor meget kvælstof, der må tilføres jorderne, har potentiale til at reducere landbrugets drivhusgasudledninger. Imidlertid har man hidtil ikke kunnet påvise den ønskede effekt af den målrettede kvælstofregulering, som erstattede kvælstofnormerne i 2015, og gjorde det op til landmændene selv at vælge, hvordan de bedst kunne reducere kvælstofudledningen. Kvælstofindsatsen er således baseret på frivillighed, og forskerne har endnu ikke kunnet eftervise de 5.000-7.000 ton reduceret kvælstof målt i kystvandene som landbrugspakken fra 2015 skulle levere.¹⁰ I tillæg hertil, er den nye model for målrettet regulering, som skal levere størstedelen af reduktionerne fra 2025, ikke udviklet endnu, og derfor er dens reduktionspotentiale ukendt. Klimarådet vurderer på den baggrund, at kvælstofindsatsen på nuværende tidspunkt er behæftet med en høj incitamentsrisiko. Det skyldes dels, at der ikke har været en overbevisende effekt af tiltaget indtil videre, og dels at det udestår at udvikle den model, som yderligere skal præcisere mængden af gødning forskellige arealer tåler. Det kan have betydning for den lattergasreduktion, som kvælstofindsatsen forventes at have. Klimarådet peger på, at regeringen bør være særlig opmærksom på at følge op på, om klimaeffekten af dette virkemiddel faktisk opnås. Det betyder, at Klimarådet anser kvælstofregulering som et effektivt klimatiltag, men at det i dens nuværende form kræver særlig agtpågivenhed, fordi reduktionerne ikke er sikre.
- **Pulje til negative udledninger (pyrolyse):** Pulje til negative udledninger med pyrolyse vurderes at have moderat risiko, da teknologien forsat er under demonstration og udvikling, og der forventes stigende konkurrence om biomasse. Modsat det store tekniske potentiale ved pyrolyse, er der her tale om et mindre tiltag, og realiseringen er derfor også mindre risikofyldt i 2030.

Initiativer på analyseniveau (D)

To initiativer på analyseniveau er vurderet til at have høj eller moderat risiko. Det gælder for statslig skovrejsning og udvidet lavbundsspotentiale.

- **Statslig skovrejsning:** Klimarådet vurderer, at regeringen ikke har redegjort for, at omkostningen til statslig skovrejsning er korrekt finansieret og incitamentsrisikoen er derfor høj. Det anføres i regeringens *Bruttovirkemiddelkatalog*, at 8.200 hektar statslig skovrejsning koster staten 258 mio. kr. Det er godt 31.000 kr. pr. hektar. Det svarer nogenlunde til det tab der er forbundet med at dyrke skov i Danmark, hvis alternativomkostningen ikke medregnes, dog afhængigt af valg af diskontering, træartsvalget og lokalitet.¹¹ Men hvis staten ønsker at rejse skov på større arealer, skal den omlægge landbrugsjord til skov, og dermed tabes den alternative indtægt ved at drive landbrugsjord.
- **Udvidet lavbundsspotentiale:** Det er Klimarådets opfattelse, at der er langt flere lavbundsjorder til rådighed end dem, der er fremhævet i landbrugsaftalen. Derudover er der risiko for, at når de første mange hektar lavbundsjorder er taget ud, vil den marginale jordpris stige. Klimarådet mener derfor, at der

bør etableres en stærkere incitamentsstruktur, enten gennem øget finansiering eller andre rammevilkår. Fx er der et uudnyttet finansieringspotentiale i regeringens CAP-plan, som er nærmere beskrevet i kapitel 6. Klimarådet vurderer dermed, at risici forbundet med incitamenterne er moderate.

Tekniske reduktionspotentialer (E)

I landbrugsaftalen fra oktober 2021 blev der beskrevet og finansieret en række tekniske reduktionspotentialer, som generelt er karakteriseret ved at være teknologisk uprøvede og ved at mangle virkemidler, der kan skabe den nødvendige incitamentsstruktur til udbredelse af teknologien. Disse potentialer har derfor gennemgående høj risiko, men der er imidlertid tre områder, hvor det ikke er tilfældet. Det er derfor Klimarådets opfattelse, at regeringen med fordel kan afsøge muligheder for realisere disse tre potentialer.

- **Håndtering af gylle og gødning:** Der findes en række teknologier til gyllehåndtering og gødning, som i regi af anden lovgivning allerede i dag anvendes bredt i det danske landbrug. En del af disse teknologier er modsat mange af de øvrige tekniske potentialer velafprøvede, både i praksis og administrativt. Dog skal der for visse af teknologierne udvikles en metode til at inkludere effekten i opgørelserne. Omvendt er der også flere af teknologierne, såsom gylletilsætningsstoffet NoGas, som ikke anvendes i dag, og hvis potentiale fortsat er under udvikling. På den baggrund vurderer Klimarådet, at implementeringsudfordringer ved disse tekniske potentialer samlet set er moderate.
- **Fordobling af det økologiske areal:** Udbredelse af økologi er teknisk muligt i vidt omfang. Klimarådet finder ingen tekniske, administrative eller lovgivningsmæssige udfordringer for stor udbredelse, og derfor er risikoen forbundet med det tekniske potentiale moderat.
- **Tilbageværende teknisk potentiale for skovrejsning:** Klimarådet vurderer, at der er et væsentligt større potentiale ved skovrejsning end anført i Klimaprogrammet, og risikoen ved privat og statslig skovrejsning vurderes samlet set som moderat.

Bidrag fra understøttende og øvrige initiativer

Regeringen har vedtaget en række initiativer, som Klimarådet karakteriserer som understøttende for 70-procentsmålet, hvoraf de vigtigste er nævnt og vurderet i tabel 5.4.

Tabel 5.4 Klimarådets vurdering af understøttende og øvrige initiativer – landbrug og LULUCF

Initiativ	Klimarådets vurdering
Udvikling af bedriftsregnskaber	Udvikling af bedriftsregnskaber vil kunne bidrage til at skabe indsigt i produktionsprocesserne og præcise aktivitetsdata med mulighed for at optimere disse. Samtidig er bedriftsregnskaber et centralt element i etableringen af en drivhusgasafgift på landbruget. Et bedriftsregnskab vil kunne sikre, at detaljeniveauet er tilstrækkeligt til, at afgiften indebærer incitamenter til at forbedre driften. I løbet af 2022 forventes det, at den afsluttende del af ekspertgruppen for en grøn skattereforms arbejde med en grøn afgiftsreform offentliggøres med en rapport, der vedrører afgift på landbrugsområdet. Arbejdet med bedriftsregnskaber bør koordineres med ekspertgruppens arbejde med en afgift på landbrugsområdet.
Øgede forskningsmidler fra landbrugsaftalen	De øgede midler til forskning fra landbrugsaftalen er en forudsætning for at realisere de tekniske potentialer, der fortsat findes inden for landbruget samt for at åbne for nye reduktionsmuligheder i fremtiden. Klimarådet vurderer dog, at forskningsindsatsen bør udvides for at sikre den nødvendige udvikling. Se kapitel 6.
EU-lovpakken <i>Fit for 55</i>	Klimarådet vurderer, at EU's lovpakke <i>Fit for 55</i> ikke indeholder forslag til fælles klimaregulering af landbruget. Klimaindsatsen er overladt til de enkelte medlemsstater. Dels er udledningerne fortsat reguleret uden for kvotesektoren, hvor medlemsstaterne har meget differentierede, nationale reduktionsmål og selv prioriterer indsatsen mellem forskellige sektorer. Dels fastholder den seneste reform af EU's fælles landbrugspolitik fra 2020, at medlemsstaterne i høj grad selv prioriterer, hvordan og hvor meget de vil bruge af landbrugsstøtten til national klimaindsats. Dog kan forslaget om stramninger i Danmarks ikke-kvotesektor og LULUCF-forpligtelse betyde, at Danmark i højere grad skal prioritere indsatser i landbrug og LULUCF for at leve op til de kommende EU-forpligtelser.

Ekspertgruppe til lavbund

Klimarådet vurderer, at en dedikeret ekspertgruppe, der blandt andet har til opgave at realisere det tekniske lavbundspotentiale, vil kunne bidrage til at identificere og foreslå løsninger til at overkomme både fysiske, administrative og økonomiske barrierer for, at en større andel af Danmarks samlede lavbundsareal vådlægges.

Sektormål for landbrug og LULUCF

Aftaleparterne i landbrugsaftalen har vedtaget et sektormål for land- og skovbrug på 55-65 pct. i forhold til 2030. Det kræver fokus på nye incitamenter til udvikling og implementering af virkemidler for at målet skal kunne indfries.

Kilder: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2021*, 2021; Finansministeriet, *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug*, 2021; Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2021*, 2021 og Klimarådet.

Sammenfatning

Regeringen har med landbrugsaftalen og finansloven for 2022 reduceret de forventede udledninger fra landbrug og LULUCF i 2030. Klimarådet vurderer, at der siden *Statusrapport 2021* er vedtaget politik, der giver anledning til en samlet reduktion på omkring 1,4 mio. ton CO₂e i 2025 og op til 2,1 mio. ton CO₂e i 2030 forudsat, at en række risici håndteres. For reduktionspotentialet ud over de vedtagne virkemidler konstaterer Klimarådet et samlet potentiale på 7,1 mio. ton CO₂e i 2030. Dette potentiale er dog behæftet med en betydelig større risiko.

Klimarådet vurderer, *Klimastatus og -fremskrivning 2021* har væsentlige mangler, men det lader til at *Klimastatus og -fremskrivning 2022* vil håndtere en del af dem.

I sektoren for landbrug og LULUCF bør regeringen være særlig opmærksom på, at:

- fremskrivningen af landbrug og LULUCF er særlig usikker, fordi udviklingen og dokumentationen af både de vedtagne og planlagte virkemidler i mange tilfælde er ufærdige
- tekniske potentialer bør angive hele det tekniske reduktionspotentiale uanset eventuelle administrative eller økonomiske barrierer.

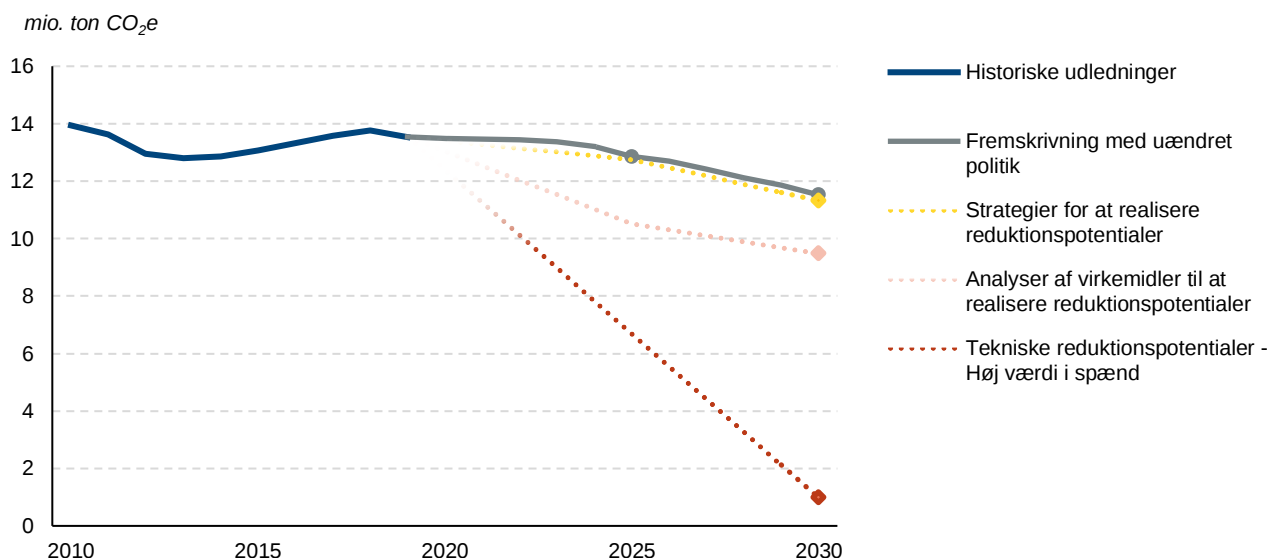
5.5.2 Klimaindsats i transportsektoren

Klimarådet præsenterer i dette afsnit sin vurdering af regeringens klimaindsats i transportsektoren. Først fokuseres på den seneste fremskrivning af udledningerne, og derefter gives et overblik over indsats samt en vurdering af konkretiseringsstadiet, effekt, risiko og understøttende initiativer. Til sidst sammenfattes afsnittets væsentligste pointer.

Status for udledninger

Ifølge *Klimastatus og -fremskrivning 2021* vil transportsektoren stå for cirka 32 pct. af de samlede drivhusgasudledninger i 2030. Det svarer til i alt 11,5 mio. ton CO₂e. Udledningerne kommer fra fossile brændsler, da benzin og diesel er primære drivmidler i transportsektoren, og det er den sektor med det højeste fossile energiforbrug i 2030. Hovedparten af udledningerne stammer fra vejtransporten, som udgør 10,5 mio. ton CO₂e. Heraf forventes personbiler at udlede 6,2 mio. ton CO₂.

Figur 5.7 viser Klimarådets vurdering af effekten af regeringens initiativer det seneste år sammen med de forventede udledninger ifølge *Klimastatus og -fremskrivning 2021*. Figuren viser, at indsatsen det seneste år i transportsektoren primært består af analyser og fremlagte tekniske reduktionspotentialer.



Figur 5.7 Reduktionspotentialer i transportsektoren

Anm. 1: Klimarådet har korrigeret for overlap mellem initiativer og mellem konkretiseringsstadier.

Anm. 2: De samlede udledninger i transportsektoren var 11,8 mio. ton CO₂e i 1990.

Kilder: Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2021*, 2021; Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2021*, 2021; Finansministeriet, *Grøn omstilling af vejtransporten*, 2020; Transportministeriet, *Grøn omstilling af danske indenrigsfærger*, 2021 og Klimarådet.

Overblik over vurdering af klimaindsatsen

Siden *Statusrapport 2021* har regeringen ikke vedtaget virkemidler, som reducerer udledningerne inden for transportsektoren. I blandt andet *Klimaprogram 2021* oplystes en række analyser og tekniske reduktionspotentialer, som forventes at kunne bidrage til målopfyldelsen i 2030. I overblikket vises derfor reduktionspotentialer på konkretiseringsstadium C, D og E samt deres effekt og risiko.

Tabel 5.5 Klimarådets vurdering af initiativer i transportsektoren

Initiativ	Beskrivelse	Konkretiseringsstadie		Effekter og potentialer (mio. ton CO ₂ e i 2025)	Effekter og potentialer (mio. ton CO ₂ e i 2030)	Risiko-vurdering for 2030
Kilometerbaserede vejafgifter for lastbiler	Vejafgifter for lastbiler kan påvirke kørselsomfanget og dermed udledningerne. Effekten afhænger dog af afgiftsdesignet.	C	Strategi for at realisere reduktions-potentiale	0,10	0,20	Lav
Grøn omstilling af danske indenrigsfærger	Analysen viser muligheden for fuld omstilling af indenrigsfærger frem mod 2030 og 2050.	D	Analysen af virkemidler til at realisere reduktions-potentiale	-	0,22	Moderat
Forhøjelse af fortrængningskrav til 10 pct.	En forhøjelse af det kommende fortrængningskrav kan fremme grønne brændstoffer. På kort sigt øger det dog anvendelsen af 1.-generationsbiodiesel. En CO ₂ -afgift kan også benyttes til at opnå dette potentiale.	D	Analysen af virkemidler til at realisere reduktions-potentiale	2,00	1,30	Lav

Diverse tiltag i Klimaprogram 2021 til reduktion af udledninger på veje	Regeringen har fremlagt en række initiativer på vejområdet. Herunder reduktion af hastighedsgrænsen til 110 km/t, krav til taxier og busser, samt tilladelser til fx arbejdsgiverbetalt el til elbiler.	D	Analyser af virkemidler til at realisere reduktionspotentialer	0,14	0,19	Lav-Moderat
Pulje til driftsstøtte af indenrigssøfart med PtX-brændstoffer	En pulje til drift af skibe på ammoniak, metanol eller brint, der kan ændre skibenes drivlinjer. Årlig CO ₂ -udledning fra indenrigssøfart er 0,47 mio. ton CO ₂ , hvoraf flere færges omstilles til el.	D	Analyser af virkemidler til at realisere reduktionspotentialer	0,05	0,05	Moderat
Iblandingskrav for indenrigsfly	Iblanding af alternative drivmidler i flybrændstof. Skal fremme teknologiudvikling og CO ₂ -neutrale flybrændstoffer.	D	Analyser af virkemidler til at realisere reduktionspotentialer	0,01	0,06	Lav
Passagerafgift på fly på 80 kr.	Passagerafgift på rejsende fra Danmark, undtagen transfer- og transitpassagerer. Skal reducere efterspørgsel på transport med fly.	D	Analyser af virkemidler til at realisere reduktionspotentialer	0,03	0,02	Moderat
Elektrificering og brint	Regeringen har peget på tekniske reduktionspotentialer for el og brint.	E	Teknisk reduktionspotentialer	-	2,55	Moderat
VE-brændstoffer inklusive bio- og PtX-brændstoffer	Regeringen har peget på tekniske reduktionspotentialer for power-to-X (her ej brint) og biobrændstoffer.	E	Teknisk reduktionspotentialer	-	5,95	Moderat
Samlet reduktionspotentialer og -effekt i transportsektoren				2,33	10,54	
Samlet reduktion fra vedtagne virkemidler i transportsektoren				0,00	0,00	

Anm. 1: Klimarådet har korrigeret for overlap mellem klimaprogrammets tekniske reduktionspotentialer og regeringens *Bruttovirkemiddelkatalog*.

Anm. 2: Regeringens strategi for PtX beskriver et potentiale for reduktioner ved anvendelse af PtX-brændstoffer i transporten. Det har fuldt overlap med de tekniske reduktionspotentialer i *Klimaprogram 2021*.

Kilder: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2021*, 2021; Finansministeriet, *Grøn omstilling af vejtransporten*, 2020; Transportministeriet, *Grøn omstilling af danske indenrigsfærges*, 2021 og Klimarådet.

Foruden tabellens initiativer har regeringen regnet på effekten af en forhøjelse af CO₂-afgiften på 100 og 500 kr. pr. ton CO₂. Effekten er henholdsvis 0,27 og 1,36 mio. ton CO₂ i 2030. Initiativet er ikke inkluderet i tabel 5.5, men selve reduktionspotentialer overlapper fuldt ud med fortrængningskravet, hvorfor dette er inkluderet.

Trin 1: Vurdering af fremskrivning

Klimarådet vurderer, at der for transportsektoren kan være forudsætninger, som kan ændre fremskrivningen af udledninger i *Klimastatus- og fremskrivning 2021*.

Fordeling af drivmiddeltyper i nybilsalget

Salget af plug-in-hybrider har overhalet forventningerne i *Klimastatus- og fremskrivning 2021*, hvor der blev forventet et salg på 16.000 plug-in-hybridbiler i 2021. Det realiserede salg af plug-in-hybrider i 2021 er knap 43.000. Klimarådet forholder sig ikke her til, om det bør føre til ændring af afgiftsfordelene for plugin-hybriderne, men gør opmærksom på, at salg af og kørsel med flere plug-in-hybrider end forudset kan påvirke udledningerne fra personbilparken på to måder, som der bør tages højde for i fremskrivningerne.

For det første er det vigtigt, hvilke biler plug-in-hybriderne fortrænger i det forventede nybilsalg. Erstatte plug-in-hybriden en fossilbil, der har en højere udledning per kilometer, vil det give lavere CO₂-udledning fra personbilerne. Erstatte plug-in-hybriden en elbil eller en fossilbil, der kører længere på literen, fx en mindre fossilbil, giver det højere udledninger. Samlet set er det derfor uklart, om flere plug-in-hybrider vil betyde højere eller lavere udledninger end forventet. For det andet er det vigtigt, hvor meget plug-in-hybriderne i faktisk kørsel

kommer til at køre henholdsvis på el og fossilt drivmiddel i fremtiden. Hverken fossile biler eller elbiler kan leve op til de formelle testresultater, men det er velkendt, at merforbruget er væsentligt større for plug-in-hybridbiler. Hvis plug-in-hybridene kører mere på fossilt brændstof end antaget i fremskrivningen, bliver udledningerne højere end forventet. Flere ministerier har netop fokus på at undersøge udledningerne fra plug-in-hybrider.

Klimarådet peger her på to områder, som Energistyrelsen kan arbejde videre med. For det første kan Energistyrelsen fokusere på modellen for salget af plug-in-hybrider med henblik på at mindske differencen mellem faktisk salg og fremskrivning. For det andet kan Energistyrelsen fokusere på brugen af plug-in-hybrider i fremtiden. Andelen af kørte kilometer på henholdsvis fossilt brændstof og el har som beskrevet en betydning for, om plug-in-hybridene nedbringer udledningerne, og i hvilket omfang, det sker. Der er foretaget og iværksat en række undersøgelser af brugen i dag, også for danske forhold, som kan benyttes som grundlag for en revision af antagelser eller metode. Fremskrivningens antagelser om forbruget af el og brændstof for plug-in-hybrider bør løbende justeres i takt med, der tilvejebringes bedre data. Man bør dog i den forbindelse også være opmærksom på, at billedet i 2030 kan afvige fra den gennemsnitlige plug-in-hybrid i dagens bilpark. For det første er det uklart, om nye og kommende plug-in-hybridbiler har større rækkevidde end ældre modeller, og for det andet om brugeren er mere tilbøjelig til at udnytte opladningsandelen. Det kan ske, hvis prisen på brændstof stiger mere end for el, og hvis udbygningen af ladeinfrastrukturen giver bedre mulighed for at oplade bort fra hjemmet, fx på arbejdspladser.

Tysk CO₂-afgift

Fra 1. januar 2021 har den tyske stat indført en CO₂-afgift på brændstoffer til transport. I *Klimastatus- og fremskrivning 2021* holdes grænsehandlen imidlertid konstant på 2019-niveau i hele fremskrivningsperioden. Den tyske CO₂-afgift kan dog medføre, at køretøjer i højere grad tankes brændstof i Danmark. Det øger Danmarks udledninger og øger dermed alt andet lige reduktionsbehovet for at nå klimamålene. Ændringen af de tyske brændselsafgifter fører ifølge Skatteministeriet til øget grænsehandel med diesel svarende til 0,25 mio. ton CO₂e i 2021. Dertil kommer effekten af grænsehandel med benzin. Klimarådet anerkender vanskeligheden af at fremskrive grænsehandlen i Danmark og vores nabolande, da der er mange forhold, der spiller ind på, om privatpersoner og virksomheder vælger at grænsehandle brændstof. Klimarådet opfordrer Energistyrelsen til at udarbejde en nærmere vurdering af grænsehandelns udvikling.

Trin 2: Konkretiseringsstadie

Vedtagne virkemidler (A)

Regeringen har ikke vedtaget virkemidler med reduktionseffekt i transportsektoren det seneste år. Regeringen har dog vedtaget en infrastrukturplan, hvor der afsættes 106 mia. kr. i perioden 2022-2035. I infrastrukturplanen indgår forskellige elementer, som trækker i hver sin retning i forhold til udledningerne, hvoraf nogle allerede indgår i klimafremskrivningen. I *Klimastatus- og fremskrivning 2021* er der således inkluderet effekter af de øgede udledninger fra mere trafik samt reducerede udledninger som følge af brændstofbesparelse fra køretøjer, der kører på såkaldt klimaasfalt i stedet for konventionel asfalt. Udledningerne fra mere trafik og reduktionen ved anvendelse af klimaasfalt kan siges at være inkluderet, fordi fremskrivningsmetoden er designet på et mere overordnet niveau. Derimod er de reducerede udledninger som følge af øget elektrificering af baneområdet ikke inkluderet. Men størstedelen af effekterne af elektrificeringen af den statslige togtrafik vil dog, ifølge Transportministeriet, først indfinde sig efter 2030.¹² Tilsvarende vil infrastrukturplanen ifølge Transportministeriet ikke påvirke de samlede anlægsemissioner i klimafremskrivningen på trods af væsentlige udledninger som følge af infrastrukturplanen.¹³ Klimarådet konstaterer, at anlægsudledningerne er inkluderet i fremskrivningen, men har ikke foretaget en nærmere analyse af, om fremskrivningens forudsætninger kan eller bør gøres mere finmaskede i den sammenhæng.

Initiativer på strategi- og analyseniveau (C og D) samt tekniske reduktionspotentialer (E)

Initiativet *Kilometerbaserede afgifter for lastbiler* er placeret på konkretiseringsstadie C, idet Klimarådet vurderer, at initiativet har karakter af en strategi, da regeringen endnu ikke har offentliggjort forslag til afgiftsniveauet og afgiftsstrukturen. Når et konkret udspil til afgifterne er fremlagt, eller der er vedtaget et virkemiddel med en konkret model, vil initiativet blive kategoriseret som henholdsvis B eller A. Analysen om grøn omstilling af danske indenrigsfærger samt nogle af regeringens øvrige initiativer i *Klimaprogram 2021* er placeret på kategoriseringsstadie D.

Derudover er flere af initiativerne i *Klimaprogram 2021* kategoriseret som analyser, jf. tabel 5.5. Nogle af initiativerne i regeringens *Bruttovirkemiddelkatalog* er ikke kategoriseret som analyser, da de ikke lever op til Klimarådets kategorisering, det vil sige om der er belyst virkemidler, omkostninger, barrierer eller organisering. Det gælder pulje til driftsstøtte til produktion af e-diesel og iblanding, pulje til decentral PtX til metanolproduktion og iblanding, pulje til støtte af CO₂-reduktioner ved anvendelse af PtX-produkter, pulje til drifts- og konverteringsstøtte til brint-busser eller lastbiler, større omlægning af bilafgifterne, højere kilometerbaseret vejafgift for lastbiler og pulje til yderligere skrotningsordning. Da initiativerne ikke kategoriseres som analyser, indgår de på konkretiseringsstadiet E.

Regeringen har fremlagt tekniske reduktionspotentialer for henholdsvis elektrificering og brint og for biobrændsler og yderligere power-to-X-brændstoffer. De tekniske potentialer er placeret på det laveste konkretiseringsstadium, E.

Trin 3: Effektvurdering

Klimarådet har korrigeret for overlap mellem klimaprogrammets tekniske reduktionspotentialer og regeringens *Bruttovirkemiddelkatalog*. I overlapsberegningerne mellem initiativer på konkretiseringsstadium D er flere af initiativerne nedskrevet med effekten af initiativet om forhøjet fortrængningskrav til 10 pct. Herudover er der korrigeret for overlap mellem iblandingskrav på indenrigsfly samt passagerafgiften.

Trin 4: Risikovurdering

Tabel 5.6 giver et overblik over vurderingen af hvert af regeringens initiativer på Klimarådets risikoparametre, samt den samlede risikovurdering af hvert initiativ. Efterfølgende uddyber Klimarådet kort, hvad der ligger til grund for rådets moderate risikovurderinger.

Tabel 5.6 Uddybning af risikovurdering på tre risikoparametre – transportsektoren

Initiativ	Samlet risikovurdering	Implementeringsudfordringer	Incitamentsstyrke	System- og arealsammenhæng
Kilometerbaserede vejafgifter for lastbiler	Lav risiko	Lav risiko	Ikke vurderet	Lav risiko
Grøn omstilling af danske indenrigsfærger	Moderat risiko*	Lav risiko	Moderat risiko	Lav risiko
Forhøjelse af fortrængningskrav til 10 pct.	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko
Sænkelse af hastighedsgrænse til 110 km/t	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko
Tidsbegrænset skattefritagelse af arbejdsgiverbetalt el til privat elbil på arbejdspladsen	Moderat risiko	Lav risiko	Moderat risiko	Lav risiko
Forøgelse af tilladt totalvægt, lastbiler med elaggregater	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko
Krav til fjernbusser fra 2025	Moderat risiko	Moderat risiko	Lav risiko	Lav risiko
Stramning af energi- og miljøkrav til taxier fra 2025	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko
Pulje til driftsstøtte af indenrigs søfart med PtX-brændstoffer	Moderat risiko	Lav risiko	Ikke vurderet	Moderat risiko
Iblandingskrav på indenrigsfly	Lav risiko	Lav risiko	Ikke vurderet	Lav risiko
Passagerafgift fly på 80 kr.	Moderat risiko	Lav risiko	Moderat risiko	Lav risiko
Elektrificering og brint	Moderat risiko*	Lav risiko	Ikke vurderet	Lav risiko
VE-brændstoffer inkl. bio- og PtX-brændstoffer	Moderat risiko*	Moderat risiko	Ikke vurderet	Lav risiko

Anm. 1: Initiativer markeret med * er alene risikovurderet for 2030 og ikke for 2025.

Anm. 2: *Kilometerbaserede vejafgifter for lastbiler* er vurderet til moderat risiko for 2025, men lav for 2030. *Pulje til driftsstøtte af indenrigssøfart med PtX-brændstoffer* er vurderet til moderat risiko i både 2030 og 2025, men implementeringsudfordringerne vurderes at have moderat risiko i 2025 og lav risiko i 2030 uden dog at påvirke den samlede risikovurdering.

Kilde: Klimarådet.

Initiativer på strateginiveau (C)

Klimarådet har placeret et enkelt initiativ på strateginiveau i transportsektoren, og herunder gennemgås risikovurderingen.

- **Kilometerbaserede vejafgifter for lastbiler:** Klimarådet vurderer, at de kilometerbaserede vejafgifter for lastbiler er forbundet med lav risiko i 2030. I 2025 vurderes de dog som værende forbundet med moderat risiko på grund af risici ved administrative og tekniske løsninger.

Initiativer på analyseniveau (D)

Klimarådet har vurderet, at fem af regeringens initiativer, der kvalificerer til analyseniveau, har moderat risiko for ikke at realisere det vurderede reduktionspotentiale.

- **Grøn omstilling af danske indenrigsfærger:** Analysen af danske indenrigsfærger beskriver muligheder for omstilling, men incitamentet er kun delvist analyseret. Der analyseres alene de tekniske meromkostninger, men ikke øvrige samfundsøkonomiske aspekter, herunder specifikke virkemidler. En del af potentialet kan indfries med de netop tildelte puljemidler til indkøb af elfærger samt ved at omstille eksisterende færger til el. Reduktionseffekten bør opgøres for de enkelte år og medtages i næste klimafremskrivning.
- **Tidsbegrænset skattefritagelse af arbejdsgiverbetalt el til privat elbil på arbejdspladsen og Passagerafgift fly på 80 kr:** Analyserne af skattefritagelse og en passagerafgift mangler begge en nærmere beskrivelse af virkemidlet, der skal lede til reduktioner. Da det samtidig er nye virkemidler, er incitamentsstyrken vurderet til at være forbundet med moderat risiko.
- **Krav til fjernbusser fra 2025:** Det analyserede initiativ går på krav om, at nyregistrerede fjernbusser fra 2025 skal være nulemissionsbusser. Klimarådet vurderer, at dette initiativ kan være forbundet med implementeringsudfordringer i form af EU-regler, da der i bruttovirkemiddelkataloget er anført, at et krav formentlig vil skulle godkendes af EU-Kommissionen.
- **Pulje til driftsstøtte af indenrigssøfart med power-to-X-brændstoffer:** Klimarådet vurderer, at regeringens analyse af initiativet vil være forbundet med moderat risiko for systemsammenhæng. Det skyldes, at produktionen af power-to-X-brændstofferne først skal etableres og skaleres. Usikkerheden gælder, uanset om brændstoffet stammer fra indenlandsk eller udenlandsk produktion. Det gælder for både 2030 og 2025. Implementeringsudfordringerne vurderes at være forbundet med moderat risiko i 2025 og lav risiko i 2030, uden dog at påvirke den samlede risikovurdering.

Tekniske reduktionspotentialer (E)

Klimarådet vurderer, at initiativet VE-brændstoffer inkl. bio- og power-to-X-brændstoffer er vurderet til at have moderat implementeringsrisiko og gennemgås derfor herunder.

- **VE-brændstoffer inkl. bio- og power-to-X-brændstoffer:** Potentialet for disse brændstoffer vurderes at være forbundet med implementeringsudfordringer ud fra en teknisk og tidsmæssig betragtning.

Bidrag fra understøttende og øvrige initiativer

Regeringen har vedtaget en række initiativer, som Klimarådet karakteriserer som understøttende for 70-procentsmålet.

Tabel 5.7 Klimarådets vurdering af understøttende og øvrige initiativer – transportsektoren

Initiativ	Klimarådets vurdering
Infrastrukturplan 2035: Lynladeparker og ladeinfrastruktur til tung transport	I aftalen er der afsat 500 mio. kr. til etablering af ladeinfrastruktur på statsvejnettet. Dette kan være med til at sikre mulighed for opladning på de lange ture og dermed fremme salg og brug af elbiler. I aftalen blev desuden afsat 275 mio. kr. til udrulning af drivmiddelinfrastruktur til den tunge vejtransport.

Infrastrukturplan 2035: Klimaasfalt og tilskudspuljer	I aftalen indgår en række grønne tiltag, herunder investering i klimaasfalt. Klimaasfaltens gevinster indfanges dog allerede i <i>Klimastatus og -fremskrivning 2021</i> , da fremskrivningsmetoden er baseret på en række mere overordnede parametre angående vækst i trafikarbejde og infrastrukturudbygning. Dertil er afsat en række tilskudspuljer til kollektiv trafik og cyklisme. Tiltagene kan være med til at fremme den grønne omstilling, herunder skift mellem transportformer.
Infrastrukturplan 2035: Omstilling af indenrigsfærger	I <i>Infrastrukturplan 2035</i> er der afsat 100 mio. kr. til omstilling af indenrigsfærger, som forventes udmøntet i 2028. Puljen kan fremme omstillingen af færgerne og det identificerede reduktionspotentiale i COWIs analyse samt supplere de afsatte puljemidler til omstilling af færger fra 2021 og 2022.
Den politiske aftale <i>Regulering af ladestandermarkedet</i>	I aftalen indgår en aftale om en række rammevilkår for ladestandermarkedet. Fx får kommuner og regioner mulighed for at medfinansiere ladeinfrastruktur. Desuden skal der sikres åben og transparent adgang til ladestanderne. Dette kan være med til at fremme et skift til elbiler.
Forskningsmission om grønne brændstoffer	En af regeringens fire grønne forskningsmissioner har fokus på PtX. Midlerne skal benyttes til at udvikle løsninger til at omdanne strøm fra vedvarende energi til produkter, der kan anvendes til transport- og industrisektoren.
Udvidelse af Københavns lufthavn	Regeringen har lagt op til at udvide Kastrup Lufthavn, hvilket kan påvirke udledningerne, men Klimarådet har ikke haft grundlag for at vurdere effekten nærmere.
Regeringens strategi for PtX	Regeringens strategi for PtX indeholder vurderinger af tiltag, som kan skabe velfungerende markedsvilkår for brintproduktion og andre PtX-produkter i Danmark. Det inkluderer blandt andet, at Energinet og Evida må eje brintinfrastruktur, national regulering af brint, EU's regler samt standardisering og kvalificering af, hvornår PtX-produkter kan betegnes som grønne. Det finder Klimarådet kan understøtte målopfyldelse. Regeringen har endvidere spillet ud med at tilføje yderligere 0,5 mia. kr. til en statslig pulje til produktionstilskud til PtX, ud over de allerede afsatte 0,75 mia. kr., så der i alt kan afholdes udbud for 1,25 mia. kr. Finansieringen kommer fra overførsel af VE-andele til Holland, idet Danmark har overopfyldt sin VE-forpligtelse. Driftsstøtte af brintproduktion vurderes som et understøttende tiltag, da udbuddene er målrettet produktion og ikke anvendelse af grønne brændstoffer. Midlerne skal gives til innovations- og udviklingsaktiviteter. Derudover har regeringen udmeldt, at den vil bruge 344 mio. kr. til <i>National støtteordning målrettet grønne innovative teknologier inden for især PtX og brint</i> med finansiering fra EU's regionale midler og Fonden for Retfærdig Omstilling. Regeringen har sat et mål om 4-6 GW dansk elektrolysekapacitet i 2030. Klimarådet vurderer, at regeringens mål for elektrolysekapacitet er lidt under den samlede elektrolysekapacitet, der er meldt ud af markedsaktører. Klimarådet anslår, at regeringens udspil om at øge puljen til produktionstilskud til i alt 1,25 mia. kr. kan medføre cirka 67 MW elektrolysekapacitet ud over <i>Klimastatus og -fremskrivning 2021</i>, hvis der skaleres efter samme forhold mellem anvendte midler og resulterende kapacitet. Det vil dermed være et første skridt på vejen til regeringens mål om 4-6 GW i 2030.
Grøn indenrigsflyvning i 2025 og 2030	Statsministeren fremlagde i sin nytårstale 2022 en målsætning om en grøn flyrute i 2025, samt at alle indenrigsflyvninger skal være grønne i 2030, svarende til en reduktion på knap 0,2 mio. ton CO ₂ . Realiseres dette, kan det være med til at realisere de tekniske potentialer i klimaprogrammet.
Dansk deltagelse i et projekt af fælleseuropæisk interesse (IPCEI) vedr. brint	Regeringen har afsat 850 mio. kr. til Danmarks deltagelse i IPCEI vedrørende brint, og i løbet af 2021 forløb en udvælgelsesproces af projekter. Green Fuels for Denmark og HySynergy 2.0 projekterne blev udvalgt af Erhvervsstyrelsen.
EU-lovpakken <i>Fit for 55</i>	Regeringen vil arbejde for at få besluttet EU-Kommissionens <i>Fit for 55</i> -pakke, hvilket både kan være med til at realisere globale reduktioner, samt understøtte nationale reduktioner, herunder i transportsektoren (se mere om <i>Fit for 55</i> -pakken i kapitel 4).
Udmøntning af IPEC-midler	Der blev i 2021 afholdt ansøgning og udbud for midlerne i IPCEI-projektet, hvilket resulterede i udvælgelse af to projekter. Udmøntningen af finansieringen afventer godkendelse af EU-kommissionen.

Kilder: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Regeringens strategi for power-to-X*, 2021; Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2021*, 2021; Statsministeriet, *Mette Frederikssens nytårstale 1. januar 2022*, 2022; Transportministeriet, *Regulering af ladestandermarkedet*, 2021; Transportministeriet, *Udmøntning af midler fra grøn transportpulje II til omstilling af indenrigsfærger*, 2021; Transportministeriet, *Infrastrukturplan 2035*, 2021.

Sammenfatning

Klimarådet vurderer, at transportsektoren fortsat vil udgøre en betydelig belastning i det danske klimaregnskab i 2030, hvis der ikke vedtages nye virkemidler. Regeringen har angivet en række analyser og en række tekniske reduktionspotentialer i sektoren, herunder et skift til power-to-X-brændstoffer. Reduktioner i transportsektoren ved hjælp af power-to-X-brændstoffer kræver brintproduktion, omdannelse af denne brint til power-to-X-brændstoffer samt yderligere tiltag, der kan sikre national anvendelse. Brintproduktion er understøttet af udspillet til tilskud fra regeringens strategi om power-to-X, men mangler imidlertid andre virkemidler, der kan sikre anvendelse af brændstofferne og dermed bidrag til klimalovens mål.

Med de nuværende initiativer mangler regeringen fortsat at konkretisere nogle af de anviste reduktioner i transportsektoren fx ved at:

- udmelde konkrete forslag til afgiftsniveauer for kilometerbaserede afgifter.
- beslutte hvilke af virkemiddelanalyserne i regeringens *Bruttovirkemiddelkatalog* regeringen vil vedtage og konkretisere disse.
- arbejde på at reducere risici i forbindelse med indfrielse af potentialerne og gennemføre politik, som realiserer de forventede reduktioner af udledninger.
- konkretisere de angivne tekniske potentialer for power-to-X gennem fx strategier, herunder konkretisere hvordan regeringen vil sikre anvendelse af drivmidlerne og opnå nationale reduktioner. Dette kan fx være regeringens kommende strategi for tung transport, hvor der bør redegøres ikke blot for tilvejebringelse af grønne drivmidler, men også virkemidler til at sikre anvendelse af dem, fx ved hjælp af en høj CO₂-afgift.

5.5.3 Klimaindsats i energi- og industrisektoren

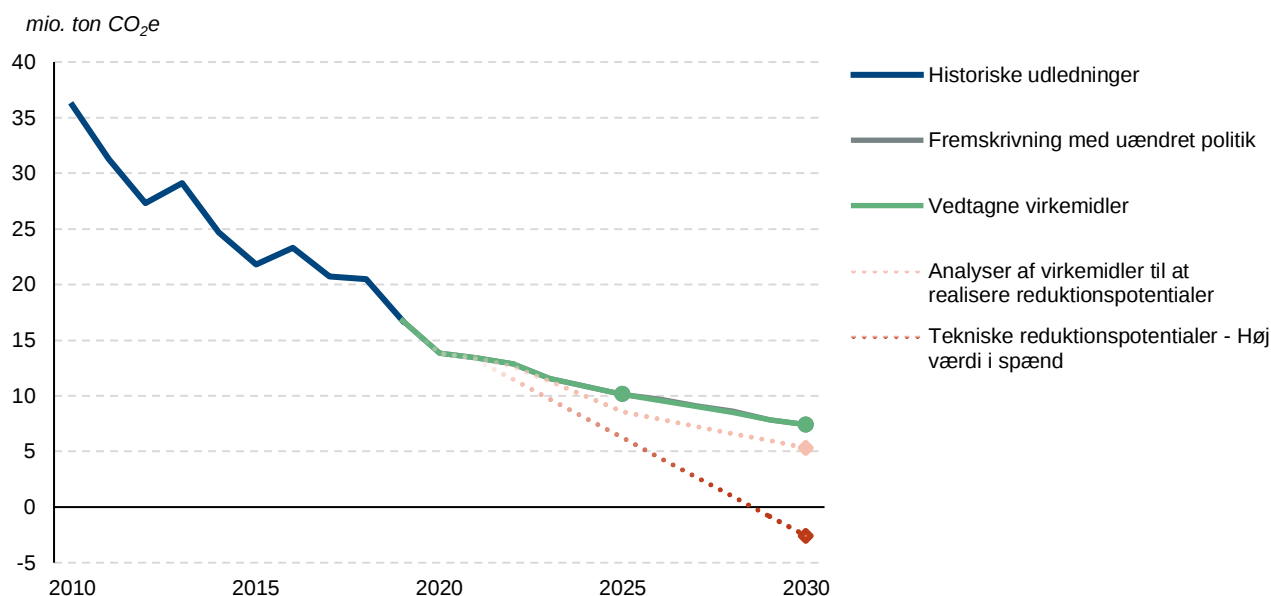
Klimarådet præsenterer i dette afsnit sin vurdering af regeringens klimaindsats i energi- og industrisektoren. Først fokuseres på den seneste fremskrivning af udledningerne, og derefter gives et overblik over indsatsen, samt en vurdering af de forskellige tiltags konkretiseringsstadiet, effekt, risiko og regeringens understøttende initiativer. Til sidst sammenfattes afsnittets væsentligste pointer.

Status for udledninger

I denne rapport tilskrives energi- og industrisektoren samlede fremskrevne udledninger på 7,4 mio. ton CO₂e i 2030, hvori Klimarådet indregner en sektorfordelt reduktion på 0,45 mio. ton fra CCS. El- og fjernvarmesektoren, serviceerhverv samt husholdningerne har relativt lave fremskrevne udledninger på henholdsvis 0,2, 0,2 og 0,5 mio. ton i 2030. Fremstillingserhverv, byggeri og anlæg står for 2,1 mio. ton i 2030, brændstofproduktion for 1,3 mio. ton og raffinaderier for 1,0 mio. ton. Procesudledninger udgør i alt 1,5 mio. ton, heraf 1,1 mio. ton fra cementproduktion. Landbruget og fiskeriets energirelaterede udledninger er fremskrevet til at udgøre 1,0 mio. ton i 2030. Disse undersektors udledning er uden indregning af sektorfordelt reduktion fra CCS.

Klimarådet har beregningsteknisk lagt til grund, at halvdelen af den kulstoffangst, der er med i *Klimastatus- og fremskrivning 2021*, finder sted i energi- og industrisektoren, mens den anden halvdel vurderes at finde sted i affaldssektoren. Dette betyder, at rådet har indregnet en reduktion fra CCS på 0,2 mio. ton i 2025 og 0,45 mio. ton i 2030 i fremskrivningen af energi- og industrisektoren med uændret politik i figur 5.8.

Reduktionspotentialerne af regeringens initiativer vises i figur 5.8 sammenholdt med de fremskrevne udledninger.



Figur 5.8 Reduktionseffekter og reduktionspotentialer i energi- og industrisektoren

Anm. 1: Klimarådet har korrigeret overlap mellem initiativer og mellem konkretiseringsstadier.

Anm. 2: De samlede udledninger i energi- og industrisektoren var 43,5 mio. ton CO₂e i 1990.

Anm. 3: I denne opgørelse er klimafremskrivningens CCS-effekter fordelt ligeligt mellem energi- og industrisektoren og affaldssektoren.

Anm. 4: Den grønne og den grå stiplede linje er næsten sammenfaldende i figuren.

Kilder: Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2021*, 2021; Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2021*, 2021; Finansministeriet, *Aftale om Finanslov 2022*, 2021 og Klimarådet.

Overblik over vurdering af klimaindsatsen

Siden *Statusrapport 2021* har regeringen med finansloven for 2022 fået vedtaget, at der skal etableres yderligere 2 GW havvind inden 2030. De 2 GW havvind forventes ifølge aftalen om finansloven for 2022 kun at yde et beskedent bidrag på 0,01 mio. ton CO₂e reduktion i 2030, da Danmarks elproduktion forventes stort set udelukkende at være baseret på vedvarende energikilder i 2030. Klimarådet vurderer imidlertid, at de vil spille en vigtig rolle, idet de vil bidrage til at forsyne elektrificeringstiltag, der endnu ikke er besluttet, og dermed ikke er afspejlet i klimafremskrivningen. På denne baggrund kan de forventes, at sænke elimporten samt at understøtte nedbringelsen af udledninger i andre sektorer. Se mere herom i kapitel 6.

Regeringen har i *Klimaprogram 2021* identificeret en række tekniske reduktionspotentialer samt udgivet et *Bruttovirkemiddelkatalog*, hvoraf Klimarådet har placeret flere af de potentielle virkemidler på analyseniveau (D). Med analyserne har regeringen skabt et bedre overblik over reduktionspotentialer i energi- og industrisektoren siden sidste års statusrapport. Regeringens *Bruttovirkemiddelkatalog* præsenterer også analyser af virkemidler, der kan have effekt allerede i 2025, mens de tekniske reduktionspotentialer fra *Klimaprogram 2021* kun fremgår for 2030.

Tabel 5.8 Klimarådets vurdering af initiativer i energi- og industrisektoren

Initiativ	Beskrivelse	Konkretiseringsstadium		Effekter og potentialer (mio. ton CO ₂ e i 2025)	Effekter og potentialer (mio. ton CO ₂ e i 2030)	Risiko-vurdering for 2030
Yderligere havvind frem mod 2030	2 GW havvindmøllepark skal etableres og være i drift før 2030.	A	Vedtaget virkemiddel	-	0,01	Moderat risiko

Tiltag til fossilfri individuel bygningsopvarmning	Udskiftning af fossil opvarmning i husholdninger til fordel for enten individuelle varmepumper eller fjernvarme.	D	Analyser af virkemidler til at realisere reduktionspotentialer	0,06	0,24	Lav risiko
Reduktion af kulforbrug på Nordjyllandsværket	Fremrykning af kuludfasning på Nordjyllandsværket fra 2028 til 2025.	D	Analyser af virkemidler til at realisere reduktionspotentialer	0,42	-	Høj risiko
CO ₂ -afgift på industri med videre på 500 kr. pr. ton	Øget CO ₂ -afgift i industrien.	D	Analyser af virkemidler til at realisere reduktionspotentialer	1,00	1,60	Moderat risiko
Skrotordning for HFC-holdige kølegasser	Effekt af erstatning af anlæg HFC-holdige kølegasser.	D	Analyser af virkemidler til at realisere reduktionspotentialer	0,01	-	Lav risiko
Opskalering af CCUS-pulje	Yderligere 0,2 mio. ton CO ₂ fangst i energi- og industrisektoren. Pulje kan skales.	D	Analyser af virkemidler til at realisere reduktionspotentialer	-	0,20	Moderat risiko
PtX-produktion ved metanisering	Pulje til decentral PtX-produktion ved metanisering af biogas med henblik på indføddning i gasnettet.	D	Analyser af virkemidler til at realisere reduktionspotentialer	0,06	0,06	Lav risiko
Energieffektivisering og elektrificering af procesenergi og intern transport i erhverv og landbrug	Tiltag til at øge energieffektiviteten og elektrificering af erhvervets og landbrugets processer og til transport.	E	Teknisk reduktionspotentialer	-	0,53	Moderat risiko
Konvertering til gas/PtX i direkte fyrede processer i erhverv eksklusiv landbrug	Skifte til enten biogas eller PtX-produkter i erhvervets direkte fyrede processer.	E	Teknisk reduktionspotentialer	-	0,53	Moderat risiko
Konvertering til biofuels/PtX i intern transport i bygge anlæg, fremstilling og landbrug	Skifte til biogene eller PtX-produkter i transport, i bygge anlæg, fremstilling og landbrug.	E	Teknisk reduktionspotentialer	-	0,30-0,61	Moderat risiko
Energieffektivisering og brændselsskift på raffinaderier	Skifte til vedvarende energikilder til processer og øget energieffektivisering på raffinaderier.	E	Teknisk reduktionspotentialer	-	0,11	Moderat risiko
Elektrificering i Nordsøen	Skifte fra egetforbrug af fossile brændsler til elektricitet på boreplatforme.	E	Teknisk reduktionspotentialer	-	0,28	Moderat risiko
CCS energi og industri	Teknisk potentialer for CCS i energi- og industrisektoren.	E	Teknisk reduktionspotentialer	-	3,04-4,64	Høj / moderat risiko
Afledt systemeffekt af frigjort opgraderet biogas	Systemeffekt for opgraderet biogas, der ved elektrificering og energieffektivisering kan bruges til andre formål.	E	Teknisk reduktionspotentialer	-	1,05	Moderat risiko
Biogasomlægning fra kraftvarme til opgradering	Opgradering af biogas og dermed erstatning af naturgas i stedet for brug til kraftvarmeproduktion.	E	Teknisk reduktionspotentialer	-	0,04-0,14	Moderat risiko
Samlet reduktionspotentialer og -effekt i energi- og industrisektoren				1,60	7,99-10,00	
Samlet reduktion fra vedtagne virkemidler i energi- og industrisektoren				0,00	0,01	

Anm.: Potentiale for initiativet *Opskalering af CCUS-pulje* er beregningsteknisk fordelt ligeligt mellem affaldssektoren og energi- og industrisektoren.

Kilder: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2021*, 2021; Finansministeriet, *Aftale om Finanslov 2022*, 2021 og Klimarådet.

Klimarådet vurderer, at der i alt er fundet et reduktionspotentiale på omkring 1,6 mio. ton i 2025 og fra 8,0 til 10,0 mio. ton i 2030. Som det fremgår af figur 5.8, har energi- og industrisektoren fremskrevne udledninger på i alt 7,4 mio. ton i 2030 efter Klimarådets justering, hvilket betyder, at regeringen har fundet et potentiale på cirka 2,6 mio. ton negative udledninger i 2030, som i så fald vil blive realiseret gennem fangst af biogen CO₂ og lagring af denne i undergrunden, i energi- og industrisektoren.

Trin 1: Vurdering af fremskrivning

Klimarådet vurderer, at halvdelen af CCS-puljen i *Klimastatus og -fremskrivning 2021* på 0,4 mio. ton CO₂ i 2025 og 0,9 mio. ton CO₂ i 2030 realiseres i energi- og industrisektoren og halvdelen i affaldssektoren. Derfor er de fremskrevne udledninger i energi- og industrisektoren nedskrevet med 0,2 mio. ton i 2025 og med 0,45 mio. ton i 2030 fra denne pulje.

Trin 2: Konkretiseringsstadie

Klimarådet har vurderet regeringens initiativer og placeret dem på de fem konkretiseringsstadier A til E. Klimarådet har placeret initiativet yderligere havvind frem mod 2030 på det højeste konkretiseringsstadium, A, da det er vedtaget og finansieret i regi af finansloven for 2022.

Klimarådet har placeret flere initiativer på analyseniveau (D). Regeringen har som del af sit *Bruttovirkemiddelkatalog* præsenteret muligheden for en opskalering af den eksisterende CCUS-pulje. Dette initiativ er placeret på niveau D, da virkemidlet er en forøgelse af den allerede eksisterende pulje. Initiativet er dog udelukkende præsenteret som en mulighed for udvidelse af eksisterende CCS-puljer.

De resterende initiativer for kulstoffangst og -lagring er kategoriseret som et teknisk potentiale på det laveste konkretiseringsstadium, E. Der er identificeret potentialer for punktkilder, men der er hverken indikationer af, hvor stor en del af dette potentiale der skal indfries på vej mod opnåelse af 2030-målet, eller hvilke omkostninger der er forbundet med dette tekniske reduktionspotentiale.

I 2025 er der et reduktionspotentiale på i alt 1,6 mio. ton, der primært udgøres af reduktionspotentialer på konkretiseringsstadium D fra en CO₂-afgift på 500 kr. pr. ton i industrien, konvertering af fossilbaseret opvarmning, power-to-X-produktion ved metanisering af biogas til levering til gasnettet og kuludfasning på Nordjyllandsværket.

Reduktion af kulforbrug på Nordjyllandsværket er kvalificeret til placering på analyseniveau (D), da der af analysen fremgår virkemiddel og omkostninger, og det derudover er klart, hvilke aktører initiativet drejer sig om. Da initiativet udelukkende er præsenteret som en mulighed, og ikke noget som regeringen aktivt forfølger, er det omvendt ikke placeret højere end niveau D.

I initiativerne til fossilfri individuel bygningsopvarmning belyses virkemidler og omkostninger i form af forbud, afgifter, tilskudspuljer samt krav til energirenovierung af kommunale og regionale bygninger som mulige virkemidler til at opnå CO₂-reduktioner fra varmforsyningen. Initiativerne til fossilfri individuel bygningsopvarmning er placeret på niveau D, da de ikke fremgår som initiativer, regeringen arbejder aktivt for at implementere.

Flere reduktionspotentialer er konkretiseret til højere konkretiseringsstadier. Eksempelvis har tiltaget opskalering af CCUS-pulje bidraget til at konkretisere en del af det tekniske potentiale for CCS i energi- og industrisektoren. I de tilfælde hvor der er sket en øget konkretisering, er reduktionseffekten flyttet til det højeste konkretiseringsstrin. Dette betyder, at nogle tekniske potentialer fra regeringens *Klimaprogram 2021* helt udgår, da de er omfattet af initiativer på analyseniveau, og således er rykket op på et højere konkretiseringsstrin. Derudover er der også taget højde for overlap mellem reduktionspotentialer.

Trin 3: Effektvurdering

Klimarådet har ikke fundet anledning til at korrigere regeringens angivne reduktionseffekter af vedtagne virkemidler i energi- og industrisektoren.

Trin 4: Risikovurdering

Klimarådet vurderer risiko for hvert initiativ i forhold til implementeringsudfordringer, incitamentsstyrke samt system- og arealsammenhæng. Tabel 5.9 viser vurderingen af risiko på de tre individuelle risikoparametre samt den samlede risikovurdering for hvert initiativ. Efterfølgende uddyber Klimarådet, hvad der ligger til grund for rådets moderate og høje samlede risikovurderinger.

Tabel 5.9 Uddybning af risikovurdering på tre risikoparametre – energi- og industrisektoren

Initiativ	Samlet risikovurdering	Implementeringsudfordringer	Incitamentsstyrke	System- og arealsammenhæng
Yderligere havvind frem mod 2030	Moderat risiko*	Moderat risiko	Lav risiko	Lav risiko
Konverteringspligt af naturgasområder	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko
Forbud mod fossil olie til individuel opvarmning	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko
Reduktion af kulforbrug på Nordjyllandsværket	Høj risiko	Høj risiko	Lav risiko	Lav risiko
CO ₂ -afgift på industri mv. på 500 kr. pr. ton	Moderat risiko	Lav risiko	Moderat risiko	Lav risiko
Skrotordning for HFC-holdelige kølegasser	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko
Opskalering af CCUS-pulje	Moderat risiko	Moderat risiko	Lav risiko	Moderat risiko
PtX-produktion ved metanisering	Lav risiko	Lav risiko	Ikke vurderet	Lav risiko
Energieffektivisering og elektrificering af procesenergi og intern transport i erhverv og landbrug	Moderat risiko*	Lav risiko	Ikke vurderet	Lav risiko
Konvertering til gas/PtX i direkte fyrede processer i erhverv ekskl. landbrug	Moderat risiko*	Lav risiko	Ikke vurderet	Moderat risiko
Konvertering til biofuels/PtX i intern transport i bygge anlæg, fremstilling og landbrug	Moderat risiko*	Lav risiko	Ikke vurderet	Lav risiko
Energieffektivisering og brændselsskift på raffinaderier	Moderat risiko*	Moderat risiko	Ikke vurderet	Ikke vurderet
Elektrificering i Nordsøen	Moderat risiko*	Moderat risiko	Ikke vurderet	Ikke vurderet
CCS energi og industri	Høj risiko*	Høj risiko	Ikke vurderet	Moderat risiko
Afledt systemeffekt frigjort opgraderet biogas	Moderat risiko*	Lav risiko	Ikke vurderet	Lav risiko
Biogasomlægning fra kraftvarme til opgradering	Moderat risiko*	Lav risiko	Ikke vurderet	Lav risiko

Anm.1: Reduktion af kulforbrug på Nordjyllandsværket og Skrotordning for HFC-holdelige kølegasser er kun risikovurderet for 2025.

Anm. 2: Initiativer markeret med * er alene risikovurderet for 2030 og ikke for 2025.

Anm. 3: CCS energi og industri er vurderet til høj risiko for det høje tekniske potentiale og moderat risiko for det lave potentiale.

Kilde: Klimarådet.

Vedtagne virkemidler (A)

Klimarådet vurderer, at det ene vedtagne virkemiddel i energi- og industrisektoren er behæftet med moderat risiko.

- **Yderligere 2 GW havvind frem mod 2030:** Teknologisk, administrativt og lovgivningsmæssigt vurderes der at være lav risiko, da processen ved havvindudbud er prøvet før. De 2 GW skal etableres uden negativ påvirkning af statskassen, hvilket efter udbuddet af Thor havvindmøllepark vurderes som muligt, men med moderat risiko. Derudover tager etablering af havvindprojekter lang tid, og med kun 8 år til 2030 vurderes projektet at være under tidspres. Klimarådet har vurderet, at dette udgør en moderat implementeringsrisiko for projektet.

Initiativer på analyseniveau (D)

Klimarådet har vurderet, at tre initiativer på analyseniveau har moderat eller høj risiko for ikke at realisere deres reduktionspotentialer.

- **Fremrykning af reduktion af kulforbrug på Nordjyllandsværket:** Klimarådet vurderer, at det er behæftet med høj usikkerhed at fremrykke kuludfasning fra 2028 til 2025 på Nordjyllandsværket. Dette er primært på grund af den korte tid, der er til 2025, hvor effekten skal være indtrådt. For at en kuludfasning kan lykkes, skal der findes alternative varmekilder. Nordjyllandsværket har meldt ud, at hvis kuludfasning skal nås til medio 2025, så skulle finansieringen være på plads i slutningen af 2021. Politiske udmeldinger tyder på, at der ikke vil gives finansiering til dette tiltag, og Nordjyllandsværket virker ikke indstillet på, at udfase kullet uden statslig finansiering.
- **CO₂-afgift på industri mv. på 500 kr. pr. ton:** Ifølge regeringens *Bruttovirkemiddelkatalog* er det usikkert, hvilken reduktionseffekt en afgift i denne størrelsesorden vil have, og derfor er reduktionseffekten af dette potentiale vurderet til at have moderat risiko.
- **Opskalering af CCUS-pulje:** Klimarådet vurderer, at en opskalering af den eksisterende CCUS-pulje kan levere reduktioner med moderat risiko. Der er stadig udeståender i forhold til at få etableret hele værdikæden, og udvikling er nødvendig før teknologien kan realisere drivhusgasreduktioner.

Tekniske reduktionspotentialer (E)

Generelt er de tekniske reduktionspotentialer relativt nye og uprøvede teknologier og mangler derudover konkretisering i form af hvilke virkemidler, der skal sikre incitamenter til at opnå reduktionerne. Derfor får de overvejende moderat risiko. Dog er der to tiltag, der herunder bliver uddybet, da deres risikovurderinger inkluderer en række forskellige tiltag.

- **CCS energi og industri:** Det høje tekniske potentiale for CCS i energi- og industrisektoren er vurderet til at have høj risiko, mens det lave potentiale er vurderet til at have moderat risiko. Der skal fanges CO₂ for en relativ stor andel af punktkilderne for at nå regeringens høje potentiale, hvilket sammen med de andre risikofaktorer vurderes at være behæftet med høj risiko. Der skal etableres en hel værdikæde med fangst, transport og lagring, før reduktionerne kan opnås. Erfaringer fra blandt andet Norges CCS-projekter viser, at der er risiko for budgetoverskridelser og forsinkelser. CO₂-fangst, -transport og -lagring er stadig relativt uprøvet teknologi og afhænger af, at flere teknologiske og regulerings- og markedsmæssige elementer samt infrastruktur er på plads senest i 2030. Det er desuden endnu uvist, hvordan selve økonomien og markedsdesign omkring CO₂-fangst og -lagring skal fungere. Disse faktorer kan regeringen med fordel arbejde videre med, for at øge muligheden for at CCS kan bidrage med reduktioner frem mod 2030.
- **Energieffektivisering og elektrificering af procesenergi og intern transport i erhverv og landbrug:** Klimarådet vurderer, at potentialerne ved energieffektivisering og elektrificering overordnet har moderat implementeringsrisiko. Disse tekniske reduktionspotentialer dækker over en række teknologier med forskellig modenhed. Klimarådet vurderer, at der er en række effektiviseringspotentialer i industrien, der kan gennemføres med relativt lav risiko. Der er flere tilgængelige elektrificeringspotentialer for industriens processer, hvilket vurderes at kunne gennemføres med lav risiko. For intern transport vurderes risikoen højere, specielt i landbruget, hvor de teknologiske løsninger ikke er udbredte og afprøvede i dag. Dermed vurderer Klimarådet, at reduktionspotentialet samlet set er forbundet med moderat risiko.

Bidrag fra understøttende og øvrige initiativer

Regeringen har præsenteret og vedtaget en række initiativer, der understøtter realiseringen af de reduktionspotentialer, som er oplistet ovenfor. De understøttende initiativer fremgår af tabel 5.10 nedenfor sammen med Klimarådets vurdering af dem.

Tabel 5.10 Klimarådets vurdering af understøttende og øvrige initiativer – energi- og industrisektoren

Initiativ	Klimarådets vurdering
En køreplan for fangst, transport og lagring af CO ₂	Med strategien vil regeringen finansiere en kortlægning af danske CO ₂ -lagerlokationer, som regeringen anslår vil koste omkring 210 mio. kr., og i 2022 er der givet 85 mio. kr. fra forskningsreserven til GEUS til undersøgelser af havbunden og til identificering af potentielle CO ₂ -lagre. I strategien om CCS fokuserer regeringen også på lokale og regionale samarbejder i de områder, hvor der findes store punktkilder, og hvor infrastruktur for transport og lagring kan tænkes sammen. Disse initiativer vurderer Klimarådet som væsentlige understøttende tiltag. Der er identificeret flere vigtige reguleringselementer, der er nødvendige at adressere, før CCS kan fungere i stor skala i Danmark. Det drejer sig blandt andet om markedsbaseret udrulning af CCS, et ønske om at muliggøre og fremme negative udledninger, arbejde med CCS- og EU-lovgivning samt forskning og udvikling. Dog udestår meget af det konkrete arbejde, som skal understøtte de reduktionseffekter, der allerede er indregnet i <i>Klimastatus og -fremskrivning 2021</i> og de yderligere reduktionspotentialer, regeringen det seneste år har adresseret via analyser og fremlagte tekniske reduktionspotentialer.
Grøn gasstrategi	<i>Grøn Gasstrategi</i> præsenterer forskellige scenarier, der udforsker forskellige udfaldsrum ved højt og lavt gasforbrug i fremtiden samt forskellige nye forsyningskilder til gas i fremtiden. Klimarådet bemærker, at det er vigtigt at se grøn gas i sammenhæng med udlandets aktiviteter og pointerer, at eksport af grønne gasser kan bidrage til at reducere Danmarks globale klimaaftag. Derfor vil det stadig være vigtigt at spare på grønne gasser, selv efter Danmarks forbrug er helt grønt.
En effektiv og fremtidssikret elinfrastruktur til understøttelse af den grønne omstilling og elektrificeringen	Denne stemmeaftale fokuserer på udviklingen af elinfrastrukturen, for at den kan understøtte en stigende mængde vedvarende energi i elforsyningen. Tiltagene inkluderer nye betingelser for investeringer i distributionsnet og adgang til forbrugs- og produktionsdata.
Udbudsforberedende delaftale om langsigtede rammer – energiø Nordsø	Klimarådet ser det som positivt, at Energistyrelsen har inviteret til høring omkring det analytiske og udbudsforberedende arbejde, der ligger før beslutningen omkring energiøen i Nordsøen. Denne potentielt store samfundsmæssige investering bør blive diskuteret offentligt på et oplyst grundlag. Klimarådet ser frem til videre deltagelse i processen omkring beslutningen af energiøen i Nordsøen.
En ny reformpakke for dansk økonomi	Aftalen har vedtaget en sænkelse af elafgiften. Det fremgår ikke af aftalen, hvilken reduktionseffekt dette tiltag forventes at få.
Aftale om målrettet varmecheck	Aftalepartierne er enige om, at Danmarks varmforsyning skal være helt grøn, herunder at der ikke skal bruges gas til rumvarme. Aftalepartierne har aftalt at indlede dialog med EU-kommissionen omkring sikring af stop for nyinstallation af gasfyr, en udfasning af gasfyr i danske huse samt at udbygge fjernvarmen. Der er derudover blevet afsat 250 mio. kr. til udfasning af fossile varmekilder, hvilket afventer den konkrete udmøntning. Det fremgår ikke af aftalen, hvor stor en reduktionseffekt der forventes.

Kilder: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *En køreplan for fangst, transport og lagring af CO₂*, 2021; Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Grøn Gasstrategi*, 2021; Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *En effektiv og fremtidssikret elinfrastruktur til understøttelse af den grønne omstilling og elektrificeringen*, 2021; Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Udbudsforberedende delaftale om langsigtede rammer for udbud og ejerskab af energiøen i Nordsøen*, 2021; Finansministeriet, *En ny reformpakke for dansk økonomi*, 2021, Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Aftale om målrettet varmecheck*, 2022 og Klimarådet.

Sammenfatning

Regeringen har vedtaget et virkemiddel i form af 2 GW havvind siden *Statusrapport 2021*. Der er dog stadig udledninger, der er svære at reducere, eksempelvis fra cementproduktionen. Der er også stadig relativt høje udledninger tilbage fra egetforbrug af olie og gas på boreplatforme, samt fra landbrugets og fiskeriets energirelaterede udledninger.

Med den nuværende indsats kan regeringen sørge for yderligere konkretisering af klimaindsatsen ved fx at:

- øge konkretiseringen af energieffektiviserings- og elektrificeringspotentialer, fx ved hjælp af en CO₂-afgift
- sikre rammevilkår og infrastruktur, der kan sikre opnåelsen af CO₂-fangst, -transport og -lagring eller udnyttelse

- udmelde virkemidler til at udskifte det sidste fossile energiforbrug i husholdningerne og serviceerhverv med vedvarende energi
- sikre tilstrækkelig udbygning af vedvarende energiproduktion samt transmissions- og distributionskapacitet til at forsyne elektrificeringen af energiforbrug.

5.5.4 Klimaindsats i affaldssektoren

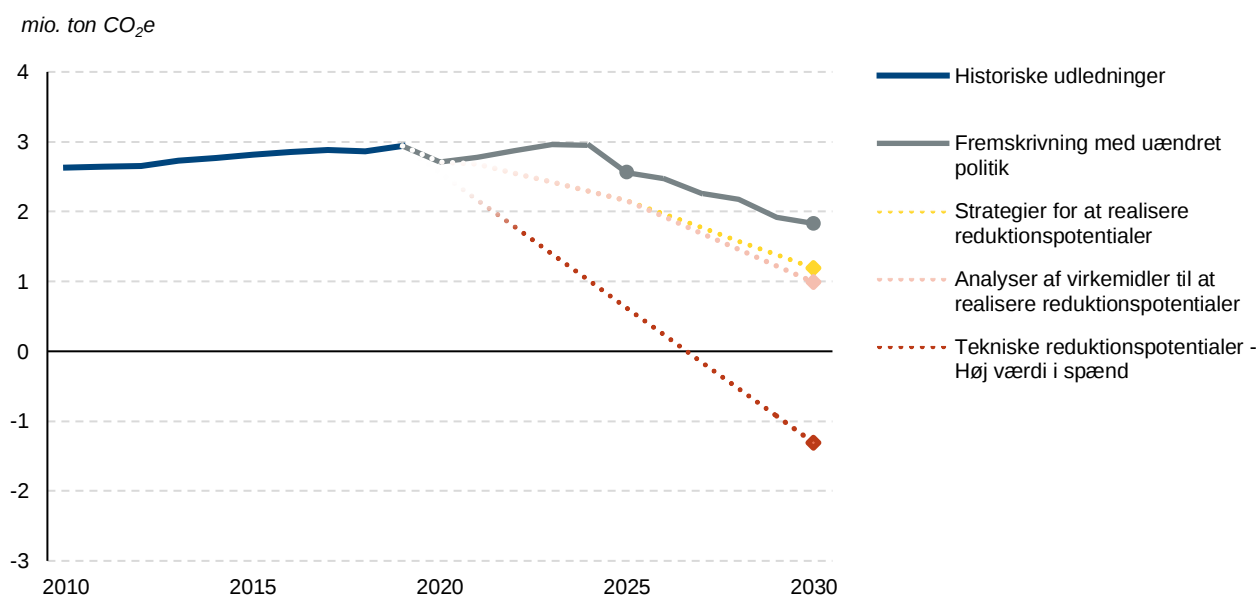
Klimarådet præsenterer i dette afsnit sin vurdering af regeringens klimaindsats i affaldssektoren. Gennemgangen fokuserer først på den seneste fremskrivning af udledninger, og derefter gives et overblik over indsats og vurdering af konkretiseringsstadie, effekt, risiko og understøttende initiativer. Til sidst sammenfattes afsnittets væsentligste pointer.

Status for udledninger

Klimarådet vurderer, at affaldssektoren samlet udleder 1,8 mio. ton CO₂e i 2030 efter Klimarådets korrektion af *Klimastatus og -fremskrivning 2021*. Heri lægger Klimarådet beregningsteknisk til grund, at der vil realiseres reduktioner fra CCS i affaldssektoren på 0,2 mio. ton CO₂ i 2025 og 0,45 mio. ton CO₂ i 2030.

Affaldssektoren er i denne rapport tilskrevet udledninger fra fem typer af kilder, nemlig affaldsdeponi, spildevand, kompost, lækage fra biogasanlæg og affaldsforbrænding.

Reduktionspotentialerne af regeringens initiativer vises i figur 5.9 sammenholdt med de fremskrevne udledninger. Regeringen har ikke fremlagt nye vedtagne virkemidler i år, og derfor viser figuren alene indsatser på strategi- og analyseniveau samt tekniske reduktionspotentialer.



Figur 5.9 Reduktionspotentialer i affaldssektoren

- Anm. 1: Klimarådet har korrigeret udledninger i *Klimastatus og -fremskrivning 2021* samt korrigeret for overlap mellem konkretiseringsstadier.
- Anm. 2: De samlede udledninger i affaldssektoren var 2,6 mio. ton CO₂e i 1990.
- Anm. 3: Udledning af f-gasser fra kølemidler med videre tilskrives i denne rapport energi- og industrisektoren. Det er i tråd med *Statusrapport 2021*, *Basisfremskrivning 2020* og *Klimaprogram 2020*, men ikke *Klimastatus og -fremskrivning 2021*, hvor disse udledninger henføres til affaldssektoren.
- Anm. 4: I denne opgørelse er klimafremskrivningens CCS-effekter beregningsteknisk fordelt ligeligt mellem energi- og industrisektoren og affaldssektoren, idet *Klimastatus og -fremskrivning 2021* ikke sektorinddeler effekten.
- Kilder: Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2021*, 2021; Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2021*, 2021 og Klimarådet.

Overblik over vurdering af klimaindsatsen

Tabel 5.11 viser initiativerne i affaldssektoren opdelt på strategi- og analyseniveau samt tekniske reduktionspotentialer.

Tabel 5.11 Klimarådets vurdering af initiativer i affaldssektoren

Initiativ	Beskrivelse	Konkretiseringsstadie		Effekter og potentialer (mio. ton CO ₂ e i 2025)	Effekter og potentialer (mio. ton CO ₂ e i 2030)	Risiko-vurdering for 2030
Tiltag til at nedbringe forbrændingskapacitet	Klimarådet har korrigeret, så dette potentiale ikke indgår i de fremskrevne udledninger, men i stedet på trin C (uddybet i Trin 1)	C	Strategi for at realisere reduktions-potentialer	-	0,14	Høj
Krav til biogasanlæg til begrænsning af metanudslip	Klimarådet har korrigeret, så dette potentiale ikke indgår i de fremskrevne udledninger, men i stedet på trin C (uddybet i Trin 1)	C	Strategi for at realisere reduktions-potentialer	0,40	0,50	Lav
Opskalering af CCUS-pulje (carbon capture, use and storage)	Analyse af opskalering af eksisterende virkemiddel om pulje til CCS/CCU, som blev vedtaget med klimaaftalen for energi og industri fra 2020	D	Analysen af virkemidler til at realisere reduktions-potentialer	-	0,20	Moderat
CCS: Affald	Reduktionspotentiale ved at anvende CO ₂ -fangst og -lagring	E	Teknisk reduktions-potentiale	-	1,0-2,0	Moderat
Fremme kombineret biogas- og reaktorkompostering	Behandling af indsamlet have/parkaffald med ny type kompostering (CO ₂ -reduktion samt metanopsamling)	E	Teknisk reduktions-potentiale	<0,10	<0,10	Moderat
Genanvendelse og reduktion af plastaffald	Muligt yderligere teknisk reduktionspotentiale for genanvendelse og reduktion af plastaffald	E	Teknisk reduktions-potentiale	-	0,10-0,20	Moderat
Samlet reduktionspotentiale og -effekt i affaldssektoren				<0,50	<2,04-3,14	
Samlet reduktion fra vedtagne virkemidler i affaldssektoren				0,00	0,00	

Anm. 1: Potentiale for initiativet *Opskalering af CCUS-pulje* er beregningsteknisk fordelt ligeligt mellem affaldssektoren og energi- og industrisektoren.

Anm. 2: Klimarådet har korrigeret for overlap mellem virkemiddelanalyse på CCS-området og tekniske reduktionspotentialer for CCS på affaldsområdet. Beskrivelsen af *Krav om reduktionstiltag på deponier* fra regeringens *Bruttovirkemiddelkatalog* er udeladt på grund af et reduktionspotentiale på under 0,01 mio. ton i 2030.

Kilder: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2021*, 2021 og Klimarådet.

Trin 1: Vurdering af fremskrivning

Klimarådet fremhæver i det følgende to forhold i fremskrivningen af affaldsudledninger.

Fremskrivning af udledning fra affaldsforbrænding

Klimarådet har lagt 0,14 mio. ton til de fremskrevne udledninger i 2030. Korrektionen er foretaget partielt, det vil sige uden at tage højde for afledte effekter eller vekselvirkninger, hvilket også kan medføre usikkerheder.

Regeringen indgik i juni 2020 en politisk aftale på affaldsområdet, *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi*. Aftalen nævner en række forskellige virkemidler, der skal sikre, at forbrændingskapaciteten bliver nedbragt til de nationale affaldsmængder i 2030.¹⁴ *Klimaprogram 2020* forventede, at kapacitetstilpasningen vil medføre en reduktion af drivhusgasser på i alt 0,14 mio. ton CO₂e i 2030. Tilpasningen af kapaciteten skal sikre, at der ikke importeres affald til afbrænding i takt med, at de nationale affaldsmængder falder. En følsomhedsanalyse foretaget af Energistyrelsen i forbindelse med *Klimastatus- og fremskrivning 2021* viste, at denne effekt kan være en del højere, anslået til op mod 1,5 mio. ton i 2030. Klimarådet vurderer, at der er store usikkerheder ved denne effekt, og at der er flere forskellige tilgange til at opgøre udledningen. Derfor anvendes i denne rapport konservativt de 0,14 mio. ton i mangel af bekræftelse på den højere vurdering.

Klimarådets vurdering skyldes, at de virkemidler som ifølge aftalen skal sænke kapaciteten i affaldsforbrændingen ikke vil medføre den forventede effekt. Den politiske aftale *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi* foreskrev tre politiske greb til at gennemføre kapacitetsnedbringelsen af affaldsforbrændingen, at:

1. KL skulle analysere sig frem til en liste over, hvilke anlæg der skal lukkes
2. kapacitetsnedbringelsen skulle sikres via en liberalisering af affaldssektoren i det tilfælde, at listen ville blive afvist
3. der kan indføres en række øvrige virkemidler til at sikre kapacitetstilpasningen, såfremt liberaliseringen ikke gør det, herunder afgifter eller krav.

Kommunernes Landsforening gennemførte en analyse af, hvilke anlæg der skulle lukkes, men denne liste blev ikke godkendt af myndighederne. Derfor arbejder regeringen i øjeblikket på at gennemføre kapacitetsnedbringelsen ved hjælp af en liberalisering af forbrændingsanlæggene, og den nødvendige lovgivning hertil forventes at blive sendt i høring i juni 2022.

Energistyrelsen har inkluderet drivhusgasreduktionen forbundet med kapacitetstilpasningen i *Klimastatus og -fremskrivning 2021*. Det er dog Klimarådets vurdering, at liberaliseringen ikke i sig selv vil medføre en mindsket forbrændingskapacitet. En liberalisering vil nemlig ikke ændre på, at der fortsat er en importmulighed.

Klimarådets vurdering bygger således på, at forbrændingsanlæggene både før og efter en liberalisering har mulighed for at importere affald og dermed fastholde en større kapacitet end den danske affaldsmængde. Hvis en liberalisering skal sikre en kapacitetsnedgang, så kræver det, at incitamentet til at importere affald svækkes for sektoren som helhed i forhold til den nuværende situation. Det står dermed ikke klart, hvorfor en liberalisering skulle ændre på anlæggenes indtjeningsmuligheder sammenlignet med den nuværende model med primært kommunalt ejerskab og kommunal anvisningsret. Derfor bør klimaeffekten af kapacitetstilpasningen ikke indregnes i fremskrivningen alene på baggrund af en liberalisering.

Den politiske aftale nævner en række virkemidler, der som supplement kan tages i anvendelse for at sikre kapacitetsnedbringelsen, fx afgifter og krav, såfremt liberaliseringen ikke er tilstrækkelig til at sikre nedbringelsen. Disse er dog endnu udefinerede. Klimarådets vurdering af klimafremskrivningen er derfor, at CO₂-reduktionen forbundet med kapacitetsnedbringelse ikke bør indregnes på nuværende tidspunkt. Derfor vælger Klimarådet at korrigere Energistyrelsens opgjorte reduktionsbehov, så det øges med 0,14 mio. ton CO₂e i 2030.

I stedet for at indregne effekten vurderer Klimarådet, at disse andre virkemidler befinder sig på konkretiseringsstadiet C, det vil sige på strateginiveau, indtil regeringen har konkretiseret indsatsen yderligere.

Placering på strateginiveau (C) kan sammenlignes med initiativet *Kilometerbaserede afgifter for lastbiler*, som i *Statusrapport 2021* blev indplaceret på strateginiveau (C) på trods af, at det fremgik i en politisk aftale. I tilfældet med afgifter for lastbiler er der politisk udmeldt en aktørgruppe (vognmænd), et politisk instrument (afgifter) og årstal for forventet reduktionseffekt (2025 og 2030), men ikke angivelse af hvilke lastbiler der omfattes, og hvilket afgiftsniveau eller tidspunkt for implementering, som tilstræbes. På samme vis er der i tilfældet med afgifter og krav til forbrændingsanlæg politisk udmeldt en aktørgruppe (ejere af forbrændingsanlæg), politiske instrumenter (afgifter og krav) og årstal for forventet effekt (2030), men ikke hvilke anlæg der omfattes, hvilke krav/afgifter der pålægges, og ej heller niveauet herfor eller tidspunktet for implementering.

Klimarådet understreger, at ovenstående vurdering ikke er ensbetydende med, at regeringen ikke kan nå den kapacitetsreduktion, den har sat som delmål sammen med aftalepartierne. Det konstateres blot, at liberalisering i sig selv ikke er egnet som virkemiddel til kapacitetsnedbringelse, og at de øvrige skitserede mulige krav og afgifter kun har karakter af at være på strateginiveau (C).

Klimarådet bemærker, at rådet ikke ser import af affald som et globalt klimaproblem, men kun et problem i forhold 70-procentsmålets territoriale afgrænsning.

Fremskrivning af udledning fra biogas- og spildevandsanlæg

Siden *Klimastatus- og fremskrivning 2021* er der kommet ny viden om udledningen fra biogas- og spildevandsanlæg. En rapport udarbejdet for Energistyrelsen har vist, at udslippet af metan fra de danske anlæg i

gennemsnit er 2,5 pct. og ikke 1 pct. af biogasproduktionen, som forudsat i *Klimastatus- og fremskrivning 2021*.¹⁵ Klimarådet forventer, at Energistyrelsen justerer udledningen fra anlæggene i *Klimastatus- og fremskrivning 2022*. Derfor korrigerer Klimarådet Energistyrelsens opgjorte reduktionsbehov, så det øges med 0,4 mio. ton CO₂e i 2025 og 0,5 mio. ton i 2030.

Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet har meldt ud, at man forventer at lave regulering, som kan nedbringe metantabet. Målet er, at reguleringen kan træde i kraft i juli 2022. Klimarådet vurderer, at potentialet for at reducere udledningen i forhold til den korrigerede fremskrivning kan placeres på konkretiseringsstadie C, det vil sige på strateginiveau. Klimarådet lægger vægt på, at der er tale om en formuleret hensigt, og at der foreligger et godt vidensgrundlag i form af ovenfor nævnte rapport. Når Klimarådet ikke vurderer potentialet for reduktion af metantabet højere, skyldes det, at der endnu ikke foreligger noget konkret udspil om den nærmere udformning af de fremtidige krav.

Trin 2: Konkretiseringsstadie

Regeringen har med *Klimaprogram 2021* fremlagt en virkemiddelanalyse for CCS, som Klimarådet placerer på konkretiseringsstadie D, og et teknisk reduktionspotentiale for CCS, som placeres på konkretiseringsstadie E.

Der fremgår endvidere en beskrivelse af fremme af kombineret biogas- og reaktorkompostering i regeringens *Bruttovirkemiddelkatalog*. Klimarådet har placeret dette initiativ på konkretiseringsstadie E, tekniske reduktionspotentialer, da Klimarådet vurderer, at det er uklart, hvordan det skal foregå, og om der ligger en markedsanalyse bag, som understøtter realismen i tiltaget. Initiativet er efter Klimarådets vurdering således ikke grundigt nok analyseret, til at det kan placeres på analyseniveau (D).

Endelig har regeringen fremlagt et teknisk reduktionspotentiale om yderligere genanvendelse og reduktion af plastaffald, som placeres på konkretiseringsstadie E. Se i øvrigt trin 1 for reduktionspotentialer på strateginiveau (C).

Trin 3: Effektvurdering

Klimarådet har ikke fundet anledning til at korrigere regeringens effekt- og potentialevurderinger af klimaindsatsen i affaldssektoren ud over de i trin 1 nævnte korrektioner af udledninger i *Klimastatus- og fremskrivning 2021*. Klimarådet har flyttet en del af det tekniske reduktionspotentiale for CCS til et højere konkretiseringsniveau. Det gælder for virkemiddelanalysen om opskalering af CCUS-pulje, som er placeret på analyseniveau (D). Klimarådet har af beregningstekniske årsager fordelt reduktionspotentialet for dette analyserede virkemiddel ligeligt mellem energi- og industrisektoren og affaldssektoren.

Trin 4: Risikovurdering

Tabel 5.12 viser, hvilke risikoparametre der har givet anledning til den samlede risikovurdering for hvert initiativ. Efterfølgende uddyber Klimarådet, hvad der ligger til grund for rådets høje og moderate risikovurderinger, da det især er her, regeringen bør fokusere på at skabe større sikkerhed for, at effekterne og potentialerne indfries inden for den tidshorisont, regeringen har lagt til grund. Fem af tabellens seks initiativer er vurderet til at være forbundet med høj eller moderat risiko.

Tabel 5.12 Uddybning af risikovurdering på tre risikoparametre – affaldssektoren

Initiativ	Samlet risikovurdering	Implementerings-udfordringer	Incitamentsstyrke	System- og arealsammenhæng
Tiltag til at nedbringe forbrændingskapacitet efter Klimarådets korrektion af fremskrivning af udledning	Høj risiko*	Lav risiko	Høj risiko	Moderat risiko
Krav til biogasanlæg efter Klimarådets korrektion af fremskrivning af udledning fra biogasanlæg	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko
Opskalering af CCUS-pulje	Moderat risiko*	Moderat risiko	Lav risiko	Moderat risiko
CCS: Affald	Moderat risiko*	Moderat risiko	Ikke vurderet	Moderat risiko
Fremme kombineret biogas- og reaktorkompostering	Moderat risiko	Moderat risiko	Ikke vurderet	Moderat risiko
Genanvendelse og reduktion af plastaffald	Moderat risiko*	Moderat risiko	Ikke vurderet	Ikke vurderet

Anm.: Initiativer markeret med * er alene risikovurderet for 2030, mens risikovurdering for de øvrige er ens for 2025 og 2030.

Kilde: Klimarådet.

Initiativer på strateginiveau (C)

Klimarådet har vurderet et initiativ på strateginiveau i affaldssektoren til at have høj risiko.

- Tiltag til at nedbringe forbrændingskapacitet:** Klimarådet vurderer, at der er høj risiko forbundet med styrken af incitamentet til at nedbringe kapaciteten, uanset om nedbringelse af kapaciteten er via liberalisering eller via de på nuværende tidspunkt udefinerede afgifter og krav. Ved en liberaliseringsmodel er det ikke sikret, at der ikke kan importeres affald til forbrænding med CO₂-udledning til følge, og der er ikke udmeldt yderligere tiltag til at sikre dette. Krav og afgifter er nævnt som en mulighed i *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi*, men der er endnu ikke defineret hvilke krav og afgifter, der vil komme i spil. Organiseringen af affaldssektoren er særligt relevant i en systemsammenhæng, fordi nedlukning vil påvirke energisystemet i de lokalområder, anlæggene forsyner, idet der vil opstå et øget lokalt behov for produktion af varme til fjernvarmenettet, og systemsammenhængen er derfor vurderet til at være forbundet med moderat risiko.

Initiativer på analyseniveau (D) og Tekniske reduktionspotentialer (E)

Der er fire initiativer på analyseniveau og på konkretiseringsniveau E i affaldssektoren, der er behæftet med moderat risiko.

- Opskalering af CCUS-pulje og CCS: Affald:** Risikovurderingen for analysen af opskalering af CCUS-pulje og det tekniske reduktionspotentiale for yderligere CCS er vurderet på samme måde. Der er tale om et stort potentiale, især når det ses i sammenhæng med, at der allerede er vedtaget virkemidler med reduktionseffekt på i alt 1,4 mio. ton CO₂e i 2030. Klimarådet vurderer, at der er moderat risiko forbundet med implementering, da det er usikkert, om potentialet teknisk set kan nås i 2030, da det kommer ud over det potentiale, som allerede er indregnet i *Klimastatus og -fremskrivning 2021*. Ligeledes vurderer Klimarådet, at der er moderat risiko forbundet med systemsammenhæng. Der er endnu ikke etableret infrastruktur til lagring, og der er betydelig usikkerhed om, hvorvidt fx Norge har mulighed for at lagre det dansk indfangede CO₂. Det bemærkes i øvrigt, at der stort set ikke er fossile udledninger tilbage i sektoren i 2030, og derfor må der i regeringens høje tekniske reduktionspotentiale for CCS i affaldssektoren være tale om indfangning af biogen CO₂e. Dette fremgår også af figur 5.9, hvor det høje tekniske reduktionspotentiale for affaldssektoren medfører negative udledninger fra sektoren samlet set.
- Fremme kombineret biogas- og reaktorkompostering:** Klimarådet vurderer, at det er forbundet med moderat risiko at opnå en indsamling af 80 pct. af have- og parkaffaldet i 2030 som forudsat i regeringens *Bruttovirkemiddelkatalog*. Det skyldes dels, at der er tale om en ny teknologi og dels, at der kun er sparsom information om initiativet. System- og arealsammenhæng er vurderet til moderat risiko, da det ikke fremgår, om der er taget højde for systemeffekter forbundet med alternativer til afbrænding af have- og parkaffaldet.

- **Teknisk potentiale for genanvendelse og reduktion af plastaffald:** Klimarådet vurderer, at der er moderat risiko forbundet med implementering af det tekniske potentiale for genanvendelse og reduktion af plastaffald i 2030, da det stadig er en udfordring at sikre den reduktion, der er indregnet som følge af de vedtagne virkemidler fra affaldsklimaaftalen.

Bidrag fra understøttende og øvrige initiativer

Klimarådet vurderer, at det er et væsentligt understøttende initiativ, at regeringen i år har videreført CCS og CCU som en mission under fordeling af forskningsreserven. Klimarådet vurderer, at der er behov for at støtte udviklingen af dette område, hvis en indfrielse af de ønskede tekniske potentialer skal lykkes. Der er flere områder inden for både CCS og CCU, der kan løftes væsentligt ved hjælp af forskning og udvikling. Endvidere er affald og cirkulær økonomi videreført som forskningsmission. Se også afsnit om forskningsmissioner i afsnittet om den tværgående klimaindsats.

Sammenfatning

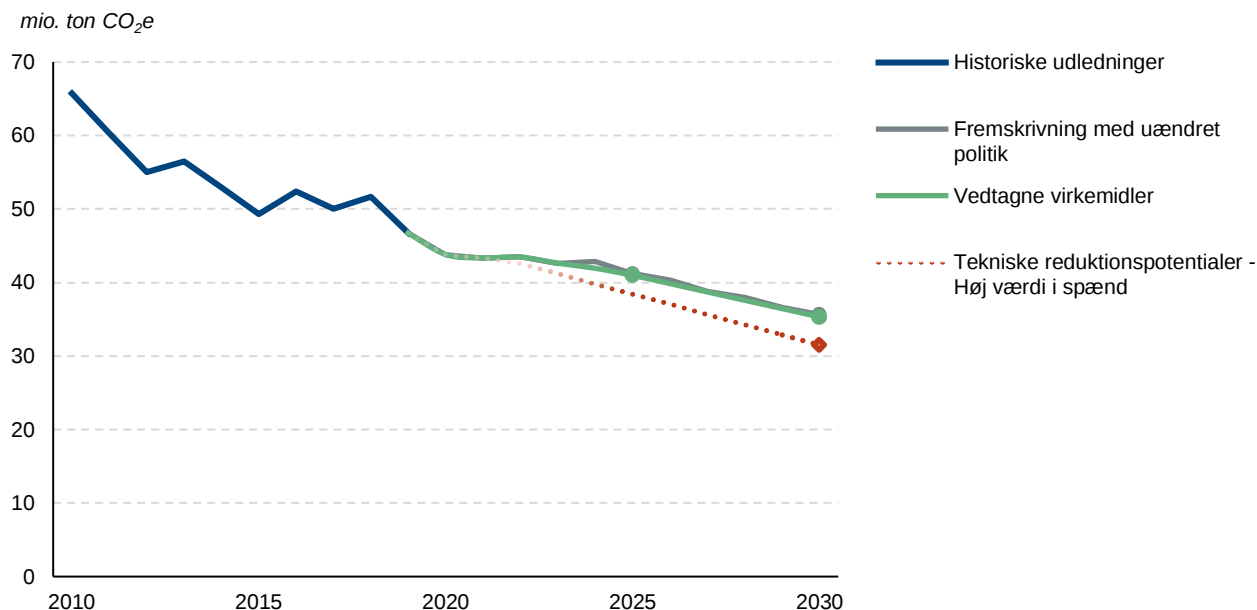
Den overordnede status for affaldssektoren er, at regeringen arbejder på at implementere beslutningerne fra den politiske aftale *Klimaplan for en grøn affalds sektor og cirkulær økonomi* fra 2020. Klimarådet vurderer dog, at der er behov for nye virkemidler for at indfri sektorens potentiale til at bidrage til klimamålene. Det bekymrer Klimarådet, at der er så store usikkerheder forbundet med at anvende liberalisering af forbrændingsanlæggene som virkemiddel til at undgå import af affald. På den baggrund har Klimarådet fundet det nødvendigt at korrigere reduktionsbehovet for 2025-målet og 2030-målet. Med denne rapport peger Klimarådet derfor på:

- Nødvendigheden af virkemidler, der mere målrettet sikrer nedbringelsen af kapaciteten på forbrændingsanlæg
- Nødvendigheden af at stille krav til udslip af metan fra biogasanlæg.

Hvis disse to indsatser ikke sker, vil det øge afstanden til målene og kræve større bidrag fra andre sektorer.

5.5.5 Klimaindsats på tværs af sektorer

Som udgangspunkt er regeringens initiativer beskrevet og vurderet i den udledningssektor, de hovedsageligt påvirker. I vurderingerne af de enkelte initiativer tages der ligeledes højde for og henvises til samspil mellem sektorer. Dette afsnit afviger fra de forrige afsnit ved at vurdere initiativer, som ikke har deres udspring i én udledningssektor i det nationale klimaregnskab, men går på tværs af sektorer. Derfor er effekter og potentialer af initiativerne sammenholdt med de samlede udledninger i figur 5.10 herunder og altså ikke sammenholdt med sektorudledninger, som det er tilfældet for de forudgående afsnit.



Figur 5.10 Reduktionseffekter og reduktionspotentialer i på tværs af sektorer

Anm. 1: Klimarådet har korrigeret de fremskrevne udledninger fra *Klimastatus og -fremskrivning 2021*.

Anm. 2: Klimarådet har beregningsteknisk fordelt reduktionseffekterne fra puljen til negative udledninger ligeligt mellem puljens tre formål, pyrolyse, indfangning af CO₂ fra biogasopgradering og indfangning fra luften i 2030. For 2025 er effekten fordelt ligeligt mellem de to førstnævnte.

Kilder: Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2021*, 2021; Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2021*, 2021 og Klimarådet.

Der vises tre initiativer, der går på tværs af sektorer, i figur 5.10: 1) pulje til negative udledninger, 2) støtte til storskala demonstration af Direct Air Capture, og 3) et teknisk reduktionspotential for Direct Air Capture (DAC), det vil sige indfangning af CO₂ direkte fra luften. Mens 1) er vedtaget i regi af finanslov for 2022 er 2) og 3) identificeret i forbindelse med *Klimaprogram 2021*.

Overblik over vurdering af klimaindsatsen

Klimarådet har vurderet de tre initiativer, der går på tværs af udledningskategorier. Vurderingerne ses i nedenstående overblikstabel.

Tabel 5.13 Klimarådets vurdering af tværgående initiativer

Initiativ	Beskrivelse	Konkretiseringsstadiet		Effekter og potentialer (mio. ton CO ₂ e i 2025)	Effekter og potentialer (mio. ton CO ₂ e i 2030)	Risiko-vurdering for 2030
Pulje til negative udledninger (Biogasopgradering og DAC)	Andel af pulje til negative emissioner der går til lagring af CO ₂ som indfanges fra processen med opgradering af biogas til naturgaskvalitet eller som indfanges fra luften.	A	Vedtaget virkemiddel	0,25	0,33	Lav
Støtte til storskala demonstration af Direct-Air-Capture (kan skaleres)	Analyse af udviklings- og driftsstøtte til DAC-anlæg.	D	Analyser af virkemidler til at realisere reduktionspotentialer	-	0,10	Høj

Direct Air Capture	Yderligere teknisk potentiale for lagring af CO ₂ som indfanges fra luften.	E	Teknisk reduktionspotentiale	-	2,73-3,73	Høj
Samlet reduktionspotentiale og -effekt på tværs af sektorer				0,25	3,16-4,16	
Samlet reduktion fra vedtagne virkemidler på tværs af sektorer				0,25	0,33	

Anm.: For *Pulje til negative udledninger* vurderes implementeringsudfordringer at være forbundet med moderat risiko i 2025, mens der for 2030 vurderes lav risiko.

Kilder: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2021*, 2021; Finansministeriet, *Aftale om Finanslov 2022 (delaftale om investeringer i et fortsat grønnere Danmark)*, 2021 og Klimarådet.

Trin 1: Vurdering af fremskrivning

De samlede fremskrevne udledninger er blevet gennemgået i de forudgående sektorafsnit.

Trin 2: Konkretiseringsstadie

Puljen til støtte af negative udledninger er placeret på konkretiseringsstadie A, da den blev vedtaget og finansieret i forbindelse med finansloven for 2022.

I *Klimaprogram 2021* indgår et teknisk reduktionspotentiale for lagring af CO₂ indfanget via DAC, som er placeret på konkretiseringsstadie E.

Foruden ovenstående initiativer indgår også en række tekniske reduktionspotentialer i regeringens strategi *Elektrificering af samfundet*. I strategien er der opstillet tekniske reduktionspotentialer, som vil kunne reducere udledningen på tværs af sektorer gennem elektrificering i transport, bygningsopvarmning og procesenergi i erhverv. For transportsektoren er det tekniske reduktionspotentiale opgjort til 4 mio. ton CO₂e i 2030, for bygningsopvarmning er det 0,3 mio. ton, og for procesenergi i erhverv er det 1 mio. ton. For alle tre områder svarer de tekniske reduktionspotentialer for elektrificering til de respektive tekniske reduktionspotentialer, som blev fremlagt med *Klimaprogram 2021*. De indgår således i Klimarådets samlede vurdering og i hovedfiguren for 2030 samt i sektorafsnittene for henholdsvis energi og industri, samt transport. Disse tekniske reduktionspotentialer kunne også have været vist i ovenstående tabel, men da de allerede er vist og vurderet i de forudgående sektorafsnit om transport og energi, vises de ikke igen her.

Trin 3: Effektvurdering

Klimarådet har ikke fundet grund til at justere regeringens angive reduktionseffekter og -potentialer. I dette afsnit om tværgående indsats vises dog kun en delmængde af reduktionseffekterne fra den med finansloven vedtagne støttepulje til negative udledninger. Puljen vil kunne støtte tre måder at opnå negative udledninger på:

1. Indfangning af CO₂ fra opgradering af biogas
2. DAC
3. Pyrolyse.

De to første formål hører ikke til en udledningskategori. Derfor er to tredjedele af den angivne reduktionseffekt vist og vurderet i dette tværgående afsnit, mens pyrolyse vedrører landbrug og LULUCF og derfor er vist og vurderet med en tredjedel af puljens effekt i sektorafsnittet om landbrug og LULUCF.

Klimarådet har korrigeret for, at dele af det tekniske reduktionspotentiale fra DAC er blevet konkretiseret. Først blev en del af potentialet konkretiseret til niveau D, fordi regeringen fremlagde en analyse af støtte til storskala DAC-anlæg. Dette potentiale blev med finansloven for 2022 yderligere konkretiseret med tilskudspuljen til negative udledninger, hvoraf Klimarådet tilskriver en tredjedel til DAC, da puljen som nævnt støtter tre forskellige former for negative udledninger.

Trin 4: Risikovurdering

Tabel 5.14 giver et overblik over vurderingen af hvert af de tre initiativer på Klimarådets risikoparametre, samt den samlede risikovurdering af hvert initiativ. Efterfølgende uddyber Klimarådet ganske kort, hvad der ligger til grund for rådets risikovurderinger.

Tabel 5.14 Uddybning af risikovurdering på tre risikoparametre – tværgående initiativer

Initiativ	Samlet risikovurdering	Implementeringsudfordringer	Incitamentsstyrke	System- og arealsammenhæng
Pulje til negative udledninger (Biogasopgradering og DAC)	Lav risiko	Lav risiko	Lav risiko	Moderat
Støtte til storskala demonstration af Direct Air Capture (kan skaleres)	Høj risiko*	Høj risiko	Ikke vurderet	Ikke vurderet
Direct Air Capture	Høj risiko*	Høj risiko	Ikke vurderet	Ikke vurderet

Anm. 1: For *Pulje til negative udledninger* vurderes implementeringsudfordringer at være forbundet med moderat risiko i 2025, mens der for 2030 vurderes lav risiko.

Anm. 2: Initiativer markeret med * er alene risikovurderet for 2030.

Kilde: Klimarådet.

Vedtagne virkemidler (A)

Der er ét vedtaget virkemiddel med effekt på tværs af sektorer. Virkemidlet dækker over flere teknologiske muligheder, og derfor bliver risikovurderingen gennemgået nedfor.

- **Pulje til biogasopgradering og DAC:** Klimarådet vurderer, at der i 2030 er lav risiko forbundet med puljen afsat på finansloven for 2022. Vurderingen er baseret på, at nok er DAC stadig en uprøvet teknologi, men reduktionseffekten vil formentlig kunne hentes ved hjælp af biogasopgradering alene, og at DAC derfor ikke nødvendigvis skal komme i spil for at nå at indfri potentialet. Endvidere ses puljen i sammenhæng med, at der i 2020 blev aftalt at sætte et betydeligt omfang af støttemidler af til CO₂-fangst og -lagring. Dette vil der kunne drages en fordel af i forbindelse med lagring af det indfangede CO₂ fra biogasopgradering. Puljen til negative udledninger indebærer en endnu ikke udviklet certificeringsordning, som Klimarådet vurderer vil kunne nå at komme til at fungere inden 2030. Men grundet den endnu ikke udviklede ordning er implementeringsrisikoen vurderet til at være moderat for 2025.

Initiativer på analyseniveau (D) og tekniske reduktionspotentialer (E)

Klimarådet har vurderet, at de to initiativer, der henholdsvis er placeret på niveau D og E, begge er behæftet med høj risiko.

- **Støtte til storskala demonstration af DAC og teknisk reduktionspotentiale for DAC:** Klimarådet vurderer, at der er en høj risiko for, at DAC-teknologien ikke vil være klar i 2030. Vurderingen er baseret på, at teknologien endnu ikke er demonstreret i stor skala, samt at det største nuværende testanlæg, som findes på Island, kan indfange 0,004 mio. ton CO₂ pr. år.

Bidrag fra understøttende og øvrige initiativer

I tabel 5.15 ses de fem tværgående initiativer, som Klimarådet vurderer, er væsentlige understøttende initiativer.

Tabel 5.15 Overblik over regeringens tværgående understøttende og øvrige initiativer

Initiativ	Beskrivelse
CO ₂ -krav til nybyggeri	Folketinget har vedtaget et CO ₂ -krav til nybyggeri, som Klimarådet anser som et øvrigt initiativ. Kravene er baseret på et livscyklusperspektiv, og derfor er det ikke umiddelbart muligt at kvantificere effekten på de nationale udledninger. Initiativet vil have effekt på langt sigt, og rummer også muligheden for at få erfaringer, som senere kan lede til CO ₂ -krav for flere typer nybyggeri og til stramning af kravene.
Statslige bevillinger øremærker til grøn forskning, udvikling og demonstration	Klimarådets vurdering er uddybet nedenfor.

Regeringens ambitionsniveau for implementering af EU's Fit for 55-pakke	Klimarådets vurdering er uddybet nedenfor.
Klimaerhvervsskoler	Som led i <i>En ny reformpakke for dansk økonomi</i> er der afsat finansiering til klimaerhvervsskoler, som ikke er nærmere specificeret. Klimarådet har derfor ikke grundlag for at vurdere tiltaget.
1 mia. til grøn omstilling	Som led i <i>En ny reformpakke for dansk økonomi</i> er der afsat en ramme på 1 mia. kr. til grøn omstilling, som ikke er nærmere specificeret. Udmøntningen af midlerne sker efter input fra en ekspertgruppe ultimo 2022. Klimarådet har derfor ikke grundlag for at vurdere tiltaget for nuværende.

Kilder: Indenrigs- og Boligministeriet, *National strategi for bæredygtigt byggeri*, 2021; Finansministeriet, *En ny reformpakke for dansk økonomi*, 2021 og Klimarådet.

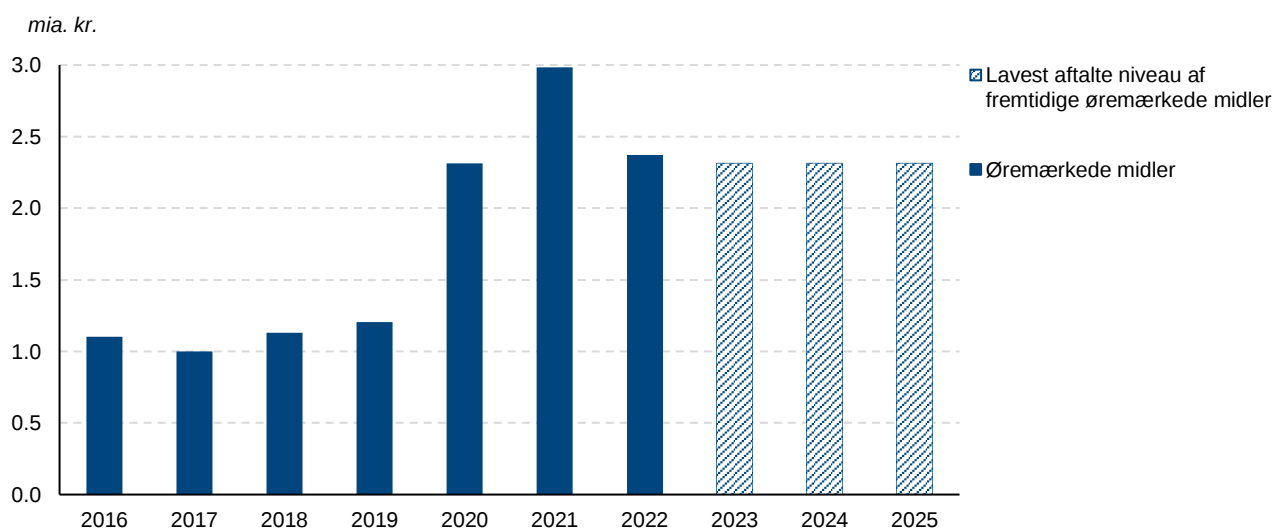
Statslige midler til forskning, udvikling og demonstration

Klimarådet har vurderet regeringens indsats inden for statslig finansiering af grøn forskning. Den statslige finansiering er i fokus, fordi der her dels eksisterer et anvendeligt datagrundlag, og dels fordi den er direkte relateret til regeringens klimainsats. Klimarådet er imidlertid bevidst om, at den statslige finansiering kun udgør en andel af de samlede offentlige og private midler til grøn forskning.

Klimarådet fokuserer på:

- Størrelsen af bevillingen sammenlignet med forudgående år
- Transparens
- Evaluering
- Fordeling af midler på indsatsområder.

Folketinget indgik i oktober 2021 en aftale om fordelingen af den grønne forskningsreserve for 2022, hvori grøn forskning tildeles 2,37 mia. kr. Det er lavere end 2021-niveauet, som var særligt højt, se figur 5.11.



Figur 5.11 Midler udmøntet til grøn forskning og udvikling fra forskningsreserven

Kilder: Klima-, Energi og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2021* og Uddannelses- og Forskningsministeriet, *Aftale om fordeling af forskningsreserven 2022*.

Klimarådet har gennemgået bevillingen afsat i 2021 for 2022 og vil fremhæve følgende som særligt understøttende for klimainsatsen:

- **Fire grønne missioner**, der også blev støttet af Innovationsfonden i 2021 (295 mio. kr.). Missionerne er:
 1. fangst og lagring eller anvendelse af CO₂ (CCS eller CCU)
 2. grønne brændstoffer til transport og industri (power-to-X med videre)

3. klima- og miljøvenligt landbrug og fødevareproduktion
 4. cirkulær økonomi med fokus på plastik og tekstiler
- **De syv grønne temaer**, der også blev støttet af Innovationsfonden i 2021 (350 mio. kr.). Temaerne er:
 1. energiproduktion med videre (*bidrager til mission 1 og 2 ovenfor*)
 2. energieffektivisering
 3. landbrug og fødevareproduktion (*bidrager til mission 3 ovenfor*)
 4. transport (*bidrager til mission 2 ovenfor*)
 5. miljø og cirkulær økonomi (*bidrager til mission 4 ovenfor*)
 6. natur og biodiversitet
 7. bæredygtig adfærd og samfundsmæssige konsekvenser (*tværgående*)
 - **Forskning i emissionsfri fødevareproduktion:** Missionen er ny og støttes med 55 mio. kr. fra Innovationsfonden.
 - **CO₂-lager-kortlægning:** Der afsættes 85 mio. kr. til GEUS (De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland) til kortlægning af potentielle CO₂-lagre.
 - **Brintforskning:** Der afsættes 100 mio. kr. til deltagelse i et samarbejde kaldet IPCEI om forskning i brint i EU, som også finansieres andre steder fra med i alt 850 mio. kr. i 2021-26.
 - **Landbrugsaftalens udviklingsspor:** Der afsættes 125,5 mio. kr. til udviklingstiltag. Dette område finansieres yderligere andre steder fra.

Klimarådet finder det positivt, at der fortsat er prioriteret en forholdsvis høj bevilling til statslig grøn forskning. Indsatsen vil næppe kunne nå at påvirke opfyldelsen af 2025-målet, men vurderes at have en væsentlig understøttende effekt i forhold til 2030-målet, og ikke mindst det endnu ikke fastsatte 2035-mål.

I lyset af bevillingens samlede størrelse og de mange forskellige indsatser virker forskningsindsatsen på klimaområdet umiddelbart kompleks og ukoordineret. Ses der eksempelvis på landbrugs- og fødevareområdet, indgår området i fire forskellige typer af forskningsbevilling. Det vil sige både som mission, tema, særbevilling og i landbrugsaftalen. Flere af de øvrige syv temaer kan i øvrigt kobles til én eller flere af de fire missioner, fx temaet transport, der kan kobles til missionen grønne brændstoffer til transport og industri, og temaet miljø og cirkulær økonomi, der kan kobles til missionen cirkulær økonomi med fokus på plastik og tekstiler. Det bliver ikke mere enkelt af, at de syv temaer i 2021 blev udmøntet på tværs af fire programmer, og missionerne blev udmøntet i et særskilt femte program. Det er endnu ikke offentliggjort, hvordan midlerne fra 2021 er udmøntet på specifikke projekter, eller hvordan udmøntningen skal organiseres i 2022. Samlet set er det Klimarådets vurdering, at kompleksiteten i støtten til forskningsindsatsen målrettet klima medfører en risiko for, at indsatsen er suboptimal på grund af manglende overblik. Det er u hensigtsmæssigt i forhold til at sikre realiseringen af de store tekniske potentialer, der er nødvendig for klimamålenes opfyldelse.

Som led i regeringens grønne forskningsstrategi blev der i 2020 igangsat et nyt initiativ om monitorering og effektiviseringer af grøn forskning, der koordineres af Uddannelses- og Forskningsministeriet sammen med universiteterne. Status på dette initiativ er ifølge Uddannelses- og Forskningsministeriet, at det er under udvikling og endnu ikke klar til offentliggørelse.¹⁶ Klimarådet efterspørger en årlig offentlig kommunikation fra regeringen om status på dette væsentlige arbejde.

I kapitel 6 forholder Klimarådet sig til fordelingen af forskningsmidler og ser her nærmere på omfanget af forskningsmidler til drivhusgasreduktioner i landbruget.

Ny klimalovgivningspakke fra EU

EU spiller en væsentlig rolle i dansk klimapolitik, og EU-regulering kan bidrage med drivhusgasreduktioner i Danmark. Derfor inddrager Klimarådet dette aspekt i vurderingen af regeringens klimainsats. Klimarådet tager således hensyn til, hvordan regeringen forsøger at påvirke EU-lovgivningen, og hvis regeringen arbejder for tiltag, der kan bidrage til reduktioner i Danmark, så vil dette arbejde tælle med som understøttende initiativer, som indgår i vurderingen af ansælgiggørelsen af klimamålene. I den forbindelse fokuserer Klimarådet på de reguleringer, som Klimarådet vurderer vil kunne påvirke de nationale udledninger. Det kan fx på et overordnet

niveau være Danmarks EU-pålagte forpligtelse til at reducere udledningen i de ikke-kvotebelagte sektorer, hvor de primære udledninger stammer fra landbrug og transport, og – på et mere direkte plan – CO₂-krav til producenter af nye biler og lastbiler.

Som det fremgår af kapitel 4 er der kommet en lang række nye forslag fra EU-Kommissionen, den såkaldte *Fit for 55*-pakke. Klimarådet finder det positivt, at regeringen i *Klimaprogram 2021* har anlagt en positiv holdning til pakken generelt, og det er forventningen at fx højere kvotepriser og krav til bilproducenter vil understøtte regeringens indsats, såfremt kommissionens forslag bliver vedtaget. Det har dog ikke været muligt for Klimarådet at kvantificere hvilken reduktionseffekt, EU-Kommissionens forslag vil kunne få for Danmark. Der er stadig tale om forslag, som kan ændre sig, inden den endelige pakke er vedtaget. Når EU-forslagene bliver vedtaget, vil de indgå i Energistyrelsens klimafremskrivning, og det vil dermed blive indregnet som bidrag til målopfyldelse.

Regeringen har indtil videre taget forhandlingsmandat fra Folketingets Europaudvalg på to af lovforslagene. Et forhandlingsmandat giver regeringen mulighed for at gå til forhandlingerne med de andre EU-lande velvidende om, hvad Folketingets holdning til et givent forslag er. Regeringen har indsamlet forhandlingsmandat for forslagene om iblandingskrav i luftfarten og om infrastruktur for alternative brændstoffer. Regeringen har fået forhandlingsmandat til at arbejde for højere iblandingskrav i luftfarten, hvilket Klimarådet bakker op om. Det er dog alene en mindre del af luftfarten, der indgår i de nationale udledninger, så det er ikke en regulering med stor betydning for opfyldelse af de nationale klimamål, men det er et centralt instrument i forhold til mulighederne for at omstille den internationale luftfart.

Regeringen har i en række notater til Folketinget givet sin ”holdning” eller ”foreløbige generelle holdning” til kende om de fleste andre af *Fit for 55*-pakkens forslag. Generelt er regeringen positiv over for de forskellige forslag, og tilkendegiver støtte til forslagene. Klimarådet vurderer, at de holdninger, regeringen fremstiller, ikke vil give anledning til signifikante, yderligere, nationale reduktioner, end hvad Kommissionens forslag vil medføre.

Klimarådet vurderer samlet set, at EU-Kommissionens forslag potentielt kan få stor betydning for udledningerne i Danmark og dermed bidrage til nationale klimamål. Det er derfor positivt, at regeringen generelt støtter forslagene.

Sammenfatning

Klimarådet vurderer, at der med finanslovens pulje til negative udledninger er vedtaget et tværgående virkemiddel, der bidrager direkte til målopfyldelse i både 2025 og i 2030. Særligt i forhold til 2025-målet udgør det en væsentlig andel af det opgjorte reduktionsbehov. Derudover har regeringen fortsat prioriteret en forholdsvist høj bevilling til statslig støttet grøn forskning, som Klimarådet vurderer har en væsentlig understøttende effekt i forhold til 2030-målet. Klimarådet vurderer, at EU's nye klimalovgivningspakke og regeringens positive holdning hertil er et væsentligt understøttende tiltag for både 2025-målet og 2030-målet. Regeringen kan med fordel have opmærksomhed omkring:

- at mindske kompleksiteten og sikre koordineringen af forskningsindsatsens forskellige typer, særligt på landbrugs- og fødevareområdet, der indgår i fire forskellige bevillingstyper, så der ikke risikeres en suboptimal indsats
- at levere en ambitiøs indsats i de kommende EU-forhandlinger for at sikre konkrete reduktionseffekter, der kan bidrage til de nationale klimamål.

6

Anbefalinger til
klimapolitiske virkemidler

6. anbefalinger til klimapolitiske virkemidler

Der er behov for at vedtage flere virkemidler, hvis Danmark skal nå i mål med 70 pct. reduktion af drivhusgasudledningerne i 2030. Det viste Klimarådet i kapitel 5. Samtidig skal klimapolitikken også rette blikket mod tiden efter 2030 og målet om nettonuludledninger senest i 2050, som blev behandlet i kapitel 3. Efter Klimarådets vurdering bør den primære drivkraft i klimapolitikken være en generel drivhusgasafgift på både kort og langt sigt. Afgiften kan dog ikke stå alene, og klimapolitikken vil kræve både planlægning, understøtning af teknologiudvikling og andre supplerende virkemidler rettet mod specifikke områder. Afgiften og de øvrige virkemidler skal hjælpe til, at Danmark lykkes med at gøre fødevarer systemet mere klimavenligt, producere tilstrækkeligt med grøn strøm, omstille energiforbruget i blandt andet transporten til elektrificering eller grønne brændstoffer samt fange og lagre kulstof. På den lange bane skal Danmark nå helt i mål på disse områder, men allerede i 2030 skal vi være nået et godt stykke af vejen. Dette kapitel sætter fokus på indførelsen af en ensartet afgift, som skal give en grundlæggende tilskyndelse til grøn omstilling på tværs af områder. Dernæst slår kapitlet ned på tre centrale og aktuelle områder i klimapolitikken: omstilling af fødevarer sektoren, behovet for dansk produktion af grøn strøm samt produktion og anvendelse af grønne brændstoffer baseret på power-to-X.

Kapitlets hovedkonklusioner

- Der bør indføres en generel afgift på drivhusgasser, som kan levere et væsentligt bidrag til at opfylde 70-procentsmålet på omkostningseffektiv vis. Det er vigtigt, at regeringen snarest muligt annoncerer et sigtepunkt for afgiften i 2030, der kan fungere som fælles pejlemærke på tværs af alle sektorer, uafhængigt af hvornår afgiften implementeres. Der bør allerede nu vedtages konkrete afgiftsstigninger på de områder, hvor det er muligt, som sigter mod dette niveau. For at nå 70-procentsmålet skal tilskyndelsen til klimaomstilling i afgiftssystemet formentlig være i størrelsesordenen 1.500 kr. pr. ton CO₂e i 2030.
- Der er et udtalt behov for at reducere udledningerne fra fødevarer systemet både i Danmark og i resten af verden. Udledningerne fra landbrug og arealanvendelse i Danmark er i dag stort set uregulerede. Fremadrettet bør disse udledninger omfattes af den generelle drivhusgasafgift, som eventuelt kan suppleres med bundfradrag og anden kompensation. EU's landbrugsstøtte har endvidere betydelig påvirkning på produktionsincitamenterne i landbruget, og der er mulighed for i højere grad at bruge støttemidlerne til at understøtte en klimavenlig omstilling. På forbrugssiden har Danmark et stort klimaaftryk fra forbruget af fødevarer, som bør mindskes ved at tilskynde danskerne til at spise mere klimavenligt. Økonomiske instrumenter som en afgift bør suppleres med tiltag, der kan bidrage til at normalisere klimavenlig kost.
- Der er sat gang i udbygningen af havvind, og udbygningen tager særligt fart omkring 2030. Klimarådet ser dog en risiko for, at udbygningen med vedvarende energi er utilstrækkelig. Frem mod 2030 bør regeringen skrue op for udbygning af elproduktion baseret på landvind og sol for at undgå generel nettoimport af strøm. Samtidig bør regeringen udbygge med mere havvind end planlagt, for at planerne om 4-6 GW power-to-X i 2030 i høj grad forsynes med dansk produceret grøn strøm. Større udbygning af havvind giver, ud over at levere grøn strøm til power-to-X, også mulighed for nettoeksport af strøm til vores nabolande. Den økonomiske risiko ved udbygningen vurderes at være relativt lav, fordi efterspørgslen på grøn strøm er stigende, mens prisen på havvind er faldende.
- Power-to-X er en nødvendig brik i den grønne omstilling af blandt andet skibs- og luftfarten og muligvis dele af industrien samt til produktion af forskellige materialer og kemikalier. Et stort energitab ved power-to-X medfører, at CO₂-fortrængningseffekten ved grøn strøm anvendt til power-to-X er mindre end ved direkte elektrificering. Et højt ambitionsniveau for power-to-X må derfor ikke blive en afvigelse fra et princip om, at direkte elektrificering bør prioriteres, hvor det er en teknisk og økonomisk mulighed. Endelig taler knaphed på tilgængeligt kulstof på langt sigt for, at vi allerede nu bør fokusere strategier og planlægning mod kulstoffri brændstoffer, hvor det er teknisk og økonomisk muligt.

6.1 Den fremadrettede klimaindsats

Der er behov for en styrkelse af klimaindsatsen, da der nu kun er otte år til, at Danmark skal have reduceret drivhusgasudledningerne med 70 pct. Dermed er der få år til, at der senest bør være vedtaget konkrete politiske virkemidler, som opfylder reduktionsbehovet. Efter 2030 skal drivhusgasudledningerne reduceres yderligere frem mod nettonuludledninger i 2050.

Klimapolitiske virkemidler skal hjælpe Danmark til at lykkes på fem overordnede områder

En generel afgift på udledning af drivhusgasser skal efter Klimarådets opfattelse være den primære drivkraft i klimapolitikken på både kort og langt sigt. En sådan afgift vil give en grundlæggende tilskyndelse til at reducere udledningen af drivhusgasser dér, hvor det er billigst. Afsnit 6.2 beskriver afgiften nærmere. En afgift kan ikke stå alene, og opfyldelse af Danmarks klimamål vil også kræve andre tværgående virkemidler relateret til fx forskning og udvikling, den offentlige sektors rolle og opkvalificering af arbejdskraft. Desuden vil der være behov for planlægning og øvrige virkemidler målrettet specifikke områder, hvor en afgift ikke er tilstrækkelig. Som eksempel kan nævnes energiinfrastruktur, hvor staten må sørge for planlægning og koordinering for at sikre den nødvendige udbygning af infrastrukturen. Et andet eksempel er manglende information og ændring af rutiner til klimavenlige løsninger, som kan tale for supplerende virkemidler. Eksempelvis kan oplysning og normalisering af klimavenlig kost styrkes ved at præsentere folk for klimavenlig kost i de offentlige kantiner.

Overordnet set skal afgiften og de øvrige virkemidler hjælpe Danmark til at lykkes på fem områder, der er nødvendige for at nå nettonuludledninger senest i 2050. Disse fem områder er også centrale byggesten for at bringe os til 70 pct. reduktion i 2030. Nedenfor er de fem områder beskrevet kort. Klimarådet vil i resten af dette kapitel fokusere på tre af områderne, mens de to resterende tidligere har været behandlet i rådets publikationer.

1. Vi skal gøre det samlede fødevarer system langt mere klimavenligt end i dag

Med dagens viden er det ikke realistisk at gøre alle vores fødevarer helt klimaneutrale, men der er gode muligheder for at sænke fødevarernes klimaaftryk markant. Og det er nødvendigt, hvis Danmark på den lange bane skal opnå nettonuludledninger og på den korte bane opfylde 70-procentsmålet i 2030, da fødevarerproduktionen står for en stor del af Danmarks udledninger. Virkemidler, der kan mindske udledningerne fra fødevarer systemet, omfatter blandt andet en afgift på landbrugets udledninger, tiltag til at normalisere klimavenlig mad i befolkningen og en endnu grønnere forvaltning af EU's landbrugsstøttemidler. Afsnit 6.3 ser nærmere på dette område.

2. Vi skal producere tilstrækkeligt med grøn strøm

Hvis energien fremover ikke skal komme fra kul, olie og gas, skal den i Danmark som udgangspunkt enten komme fra biomasse eller vind og sol. Biomassen er en knap ressource, så derfor peger pilen på vind- og solenergi til at drive både direkte elektrificering og indirekte elektrificering via grønne brændstoffer. Da udbygning med vind og sol tager tid, er grundig planlægning helt essentiel. Afsnit 6.4 ser nærmere på dette område.

3. Vi skal elektrificere energiforbruget, hvor det er muligt

Netop elektrificering er et nøgleredskab til at komme af med de fossile brændstoffer i særligt transporten, opvarmningen og industrien. Det er et område, Klimarådet har undersøgt i flere analyser og rapporter.¹ Eksempelvis udgav Klimarådet *Veje til klimaneutral lastbiltransport* i efteråret 2021, og her beskrives mulighederne for at anvende el i den tunge vejgodstransport. Elektrificering er også fremtiden for personbilerne.² Her er Danmark i høj grad underlagt teknologiske og regulatoriske rammer udefra, som kapitel 4 påviste, men indretningen af afgifterne på biler har også betydning for overgangen til elbiler. Staten har tilmed en vigtig rolle i at sikre den nødvendige ladeinfrastruktur, og dette bør være en hovedprioritet på transportområdet de kommende år. Derudover kan en ensartet drivhusgasafgift give en vigtig tilskyndelse til at elektrificere, hvor det er muligt og samfundsøkonomisk rentabelt, på tværs af transporten, industrien og andre sektorer.

4. Vi skal producere og bruge grønne brændstoffer, hvor direkte elektrificering ikke er mulig

I store dele af luft- og skibsfarten er direkte elektrificering ikke mulig. På kort og mellemlangt sigt gælder det også visse dele af den tunge vejtransport og industrien. Her skal energien i stedet komme fra grønne

brændstoffer, der kan produceres fra biomasse eller fra strøm (power-to-X), som i nogle tilfælde kombineres med kulstof. På den korte bane kan grønne brændstoffer også bidrage til reduktioner i fx vejtransporten, indtil fossile køretøjer er skiftet ud med elektriske. Produktion og anvendelse af bæredygtige brændstoffer kræver både regulering og planlægning fra statens side. Både på den korte og den lange bane er det afgørende at sikre, at de grønne brændstoffer rent faktisk også er grønne. Det gælder både biobrændstoffer, som skal være produceret bæredygtigt, og elektrobrændstoffer, som skal produceres ved hjælp af grøn frem for sort energi. Afsnit 6.5 ser nærmere på muligheder og udfordringer ved power-to-X.

5. Vi skal fange og lagre kulstof i undergrund, jorder og skov

For at opnå netto nuludledninger senest i 2050 bliver det nødvendigt at fange og lagre kulstof, som kan kompensere for de udledninger, som ikke kan elimineres. Det er beskrevet i kapitel 3. Men allerede frem mod 2030 vil der sandsynligvis være behov for fangst og lagring for at nå 70-procentsmålet, som Klimarådet blandt andet har fremhævet i rapporten *Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion*. Dette er et helt nyt område i dansk klimapolitik både teknisk og regulatorisk. Klimarådet har i *Statusrapport 2021* efterlyst en klar strategi for, hvordan Danmark skal komme i gang med dette område. I rapporten fremhævede Klimarådet en række elementer, som strategien bør forholde sig til. Regeringen har fremlagt sine strategier, som belyser flere relevante problemstillinger på området, men der er stadig en række udeståender. Som afsnit 6.2 fremhæver, er det vigtigt snarest at få en tilskudsmodel på plads, der kan give de rette incitamenter til at lagre CO₂. En sådan model for tilskud til negative udledninger hænger naturligt sammen med en afgift på drivhusgasudledninger. Der skal bruges kulstof til at skabe negative udledninger. Men tilgængeligt kulstof forbliver formentlig en knap og dyr ressource selv i 2050, og derfor skal der stort fokus på at nedbringe alle potentielle restudledninger inden 2050 for at begrænse behovet for negative udledninger.

Klimaindsatsen kan have uønskede konsekvenser på andre områder

Klimapolitiske tiltag rettet mod de nationale klimamål kan have uønskede effekter på andre områder. Eksempelvis kan nationale klimatiltag føre til kulstoflækage, hvor produktion og udledninger flyttes til udlandet. Klimatiltagene kan også gå ud over beskæftigelsen i visse brancher, hvilket kan have uønskede fordelings effekter. Klimaloven opstiller derfor en række guidende principper, som klimaindsatsen skal tage hensyn til. Foruden de områder, der oplystes i klimaloven, kan der også peges på miljø og natur som vigtige forhold at tage hensyn til, når man udformer klimapolitikken. I de følgende afsnit vil Klimarådet forholde sig til de mest relevante principper relateret til hvert emne. Det vil sige de principper, der vurderes i særlig grad at blive påvirket – enten positivt eller negativt – af anbefalingerne i hvert emne.

6.2 En generel drivhusgasafgift

Klimarådet anbefaler, at der indføres en generel afgift på drivhusgasudledninger, da det er det mest omkostningseffektive middel til at nå Danmarks klimamål. Det er vigtigt med hurtig afklaring på dette væsentlige område i klimapolitikken. Klimarådet anbefaler, at man fra politisk side snarest melder et konkret sigtepunkt for afgiftens niveau i 2030 ud, der kan fungere som pejlemærke for alle sektorer. Reduktionsbehovet i 2030 er reduceret betragteligt de seneste år, men Danmark bør stadig sigte efter at opfylde den resterende del af behovet på hensigtsmæssig vis. Samtidig bør en afgift være det centrale virkemiddel til at opfylde efterfølgende klimamål.

Klimarådets anbefalinger

- Klimarådet anbefaler, at der indføres en generel og ensartet drivhusgasafgift. Regeringen bør snarest annoncere et sigtepunkt for afgiften i 2030, der kan fungere som fælles pejlemærke på tværs af alle sektorer. Sigtepunktets niveau bør sættes, så det sikrer en ensartet tilskyndelse til at reducere i alle sektorer, og så 70-procentsmålet nås. Selvom der er vedtaget et sektormål for landbruget, bør dette princip ikke afviges. Sigtepunktets niveau bør desuden afhænge af prisen frem mod 2030 på de teknologier og redskaber, der skal til for at nå det sidste stykke til 70 pct. For at nå 70-procentsmålet skal tilskyndelsen til klimaomstilling i afgiftssystemet formentlig være i størrelsesordenen 1.500 kr. pr. ton CO₂e.
- Klimarådet anbefaler, at der snarest vedtages konkrete afgiftsstigninger på de områder, hvor det er muligt. Dermed kan afgiften med fordel indføres i forskellige spor, der fx vedrører henholdsvis transporten, landbruget, industrien og negative udledninger. Arbejdet med at implementere afgiften i sporene kan ske parallelt og uafhængigt af hinanden, og udfordringer i ét spor bør derfor ikke forsinke implementeringen i et andet spor. Dog bør alle spor sigte mod samme fælles afgiftssats i 2030.
- Klimarådet anbefaler, at der gives et nedslag i den nationale afgift på kvoteomfattede udledninger inden for energi og industri svarende til kvoteprisen. På den måde vil den danske afgift være størst uden for kvotesektoren, og afgifts- og kvotesystemet vil tilsammen sikre en ensartet tilskyndelse til at reducere udledningerne på tværs af sektorer.
- Klimarådet anbefaler, at udsatte erhverv afhjælpes for noget af afgiftsbetalingen, hvis man lægger vægt på at undgå kulstoflækage. Dette kan fx ske via et tilskud eller et bundfradrag. Teknologispecifikke tilskud til fx CCS indebærer en risiko for, at reduktionstiltag, som er billigere end CCS, men dyrere end afgiften, ikke bliver taget i anvendelse. Hvis man vælger at give tilskud, bør man undersøge muligheden for en tilskudsmodel, der så vidt muligt omfatter alle relevante teknologier. Et bundfradrag er som udgangspunkt teknologineutralt, men kan have høje administrative omkostninger. Lækageregulering i form af tilskud eller bundfradrag vil som udgangspunkt fordyre målopfyldelsen, og gevinsterne i form af fx mindre lækage skal derfor vejes op mod de øgede omkostninger. I fald risikoen for lækage bliver mindre over tid, bør eventuel lækageregulering justeres derefter.

En generel afgift på drivhusgasudledninger er det mest omkostningseffektive middel til at nå Danmarks klimamål. Det skyldes, at en afgift vil give en ensartet tilskyndelse til at reducere udledningerne på tværs af virksomheder og sektorer, og dermed vil afgiften hjælpe til, at samfundet som helhed tager de billigste reduktioner i brug. Der kan være ønske om at tilgodese andre hensyn end omkostningseffektivitet som fx begrænsning af kulstoflækage, jævnfør klimalovens guidende principper. Det kan tale for at supplere afgiften med anden regulering, der fx mindsker lækage. Som beskrevet i kapitel 4 er der dog flere elementer i EU's nye foreslåede lovpakke *Fit for 55*, som trækker i retning af, at de negative konsekvenser af en national drivhusgasafgift som fx lækage mindskes. Dermed kan EU's nye *Fit for 55*-pakke gøre det lettere at indføre en drivhusgasafgift i Danmark end tidligere.

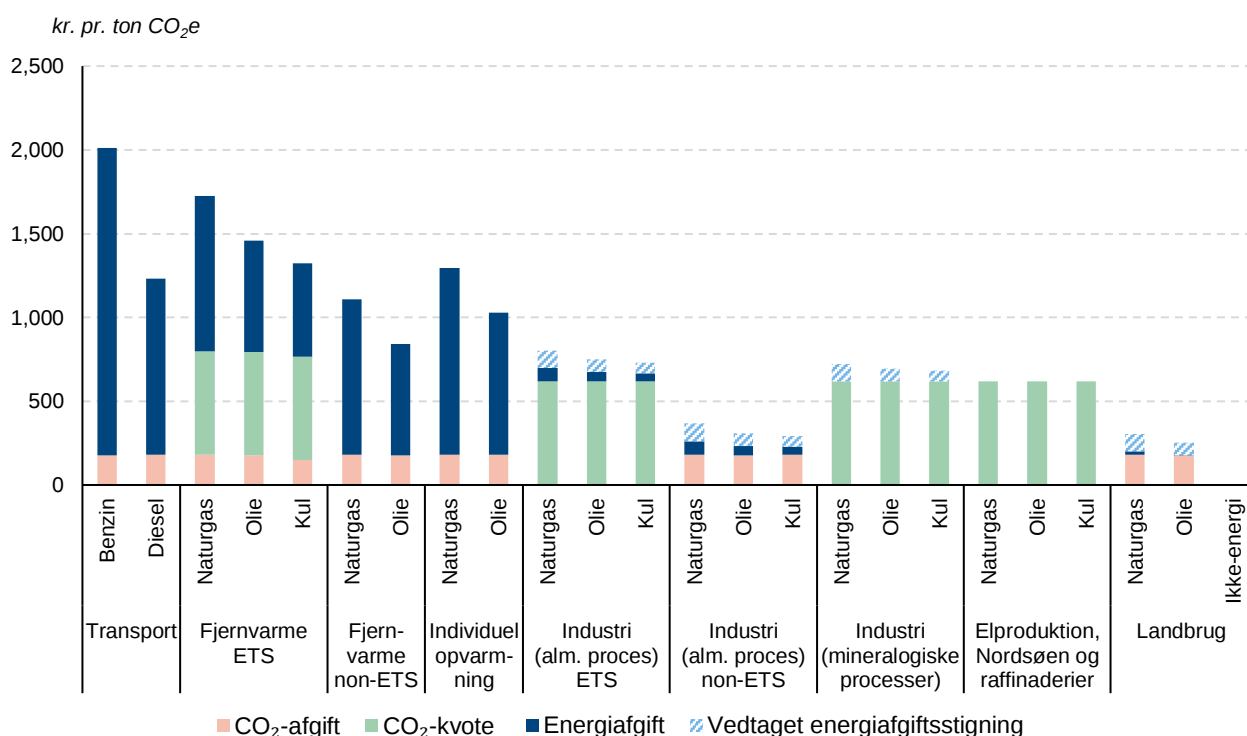
Med *Aftale om en grøn skattereform* fra december 2020 er et flertal i Folketinget blevet enige om en ambition om at indføre en generel drivhusgasafgift, men den nærmere udformning af afgiften udestår. Den 8. februar 2022 fremlagde Ekspertgruppen for en grøn skattereform sine første anbefalinger til den ønskede skattereform.³ Ekspertgruppen har fremlagt forslag til forskellige modeller for en mere ensartet drivhusgasbeskatning, som indebærer forskellig afvejning mellem omkostningseffektivitet og lækage. Ekspertgruppens forslag ligger således i

naturlig forlængelse af Klimarådets tidligere arbejde. I dette afsnit diskuterer Klimarådet centrale aspekter af en generel drivhusgasafgift og relaterer løbende diskussionen til ekspertgruppens forslag.

Afsnit 6.2.1 fokuserer på, hvordan implementeringen af en ensartet drivhusgasafgift kan forløbe i parallelle spor. Afsnit 6.2.2 ser på samspillet mellem en national afgift og EU's kvotesystem. Efterfølgende belyser afsnit 6.2.3 effekterne af en drivhusgasafgift og behovet for lækageregulering, mens afsnit 6.2.4 diskuterer fordele og ulemper ved forskellige modeller for lækageregulering. Afsnit 6.2.5 ser på afgiftens niveau, og på hvor høj en tilskyndelse gennem afgiftssystemet, der er nødvendig for at opfylde 70-procentsmålet.

6.2.1 En generel drivhusgasafgift i forskellige spor

Drivhusgasudledninger er i dag pålagt vidt forskellige afgifter. Satserne afhænger af, hvor i samfundet udledningerne forekommer, og hvilket brændsel udledningerne stammer fra. Det fremgår af figur 6.1. De fleste typer udledninger er enten pålagt en CO₂- eller energiafgift eller omfattet af EU's kvotesystem, ETS, men afgiftsniveauerne varierer. For transporten er energiafgifterne relativt høje. Transporten er dog også forbundet med en lang række øvrige eksterne omkostninger ud over udledning af drivhusgasser såsom trængsel og ulykker, der bør beskattes. Landbrugets ikke-energirelaterede udledninger som følge af produktion og arealanvendelse er hverken pålagt en afgift eller omfattet af kvotesystemet.



Figur 6.1 Oversigt over energi- og CO₂-afgifter i Danmark (2022-satser) samt den vedtagne energiafgiftsstigning i *Aftale om grøn skattereform*

- Anm. 1: Figuren viser den marginale afgiftsbetaling og kvotepris. Den marginale betaling adskiller sig fra den gennemsnitlige betaling, som fx for visse kvoteomfattede virksomheder er betydeligt lavere som følge af gratiskvoter.
- Anm. 2: Miljøafgifter såsom NO_x- og SO₂-afgift er ikke medtaget. Metanafgift på brug af naturgas og bionaturgas i gasmotorer er heller ikke medtaget. I transportsektoren er der ikke indregnet implicitte CO₂-afgifter fra registrerings- og ejerafgifter, der således har et element, der er differentieret efter brændstoføkonomi. Afgifter på forbrug af el er ikke vist i figuren.
- Anm. 3: ETS betegner virksomheder omfattet af EU's kvotesystem. I figuren er anvendt en kvotepris på 617 kr. pr. ton svarende til Finansministeriets bud på kvoteprisen i 2022.⁴
- Anm. 4: Afgifterne på fjernvarmeproduktionen er under forudsætning af, at fjernvarmeverkerne er underlagt elpatronloven. Fjernvarmeverker med indfyret effekt på mere end 20 MW er i kategorien Fjernvarme ETS, mens værker med indfyret effekt under 20 MW er i kategorien Fjernvarme non-ETS.

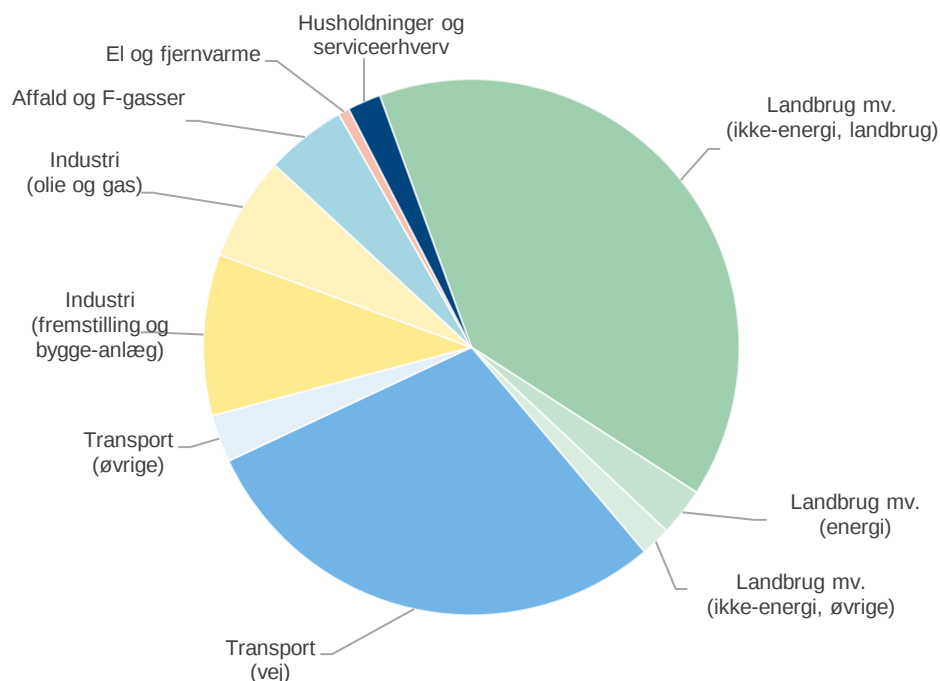
Anm. 5: De skraverede felter angiver den stigning i energifgiften på fossile brændsler til proces, som blev vedtaget med *Aftale om en grøn skattereform*. Afgiftsforhøjelsen er på 6 kr. pr. GJ og indfases i perioden 2023-2025 for industri og i 2025 for landbrug og mineralogiske processer.

Kilder: PWC,⁵ Energistyrelsen,⁶ Skatteministeriet⁷ og Klimarådet.

En ensartet drivhusgasafgift kan indføres i forskellige spor

En ensartet drivhusgasafgift kan indføres gradvist og i flere spor. Som udgangspunkt bør de nuværende energifgifter omlægges til en afgift på drivhusgasser, i det omfang formålet med energifgifterne er at reducere drivhusgasudledningerne. Samtidig bør afgiftsniveauet hæves gradvist i de enkelte sektorer frem mod 2030 med udgangspunkt i de aktuelle niveauer. Udledningerne i de forskellige sektorer har forskellige startpunkter, hvad angår eksisterende regulering og øvrige eksterne omkostninger. Derfor kan det være en fordel at indføre en ensartet afgift i forskellige spor, der vedrører sektorer med deres egne karakteristika og udfordringer ved at implementere en høj afgift. Vigtige spor kan være transporten, landbruget, industrien og negative udledninger. Ekspertgruppens første delrapport beskæftiger sig primært med de to sidstnævnte.

Tilsammen udgør drivhusgasudledninger fra netop transporten, landbruget og industrien langt størstedelen af de forventede udledninger i 2030. Det fremgår af figur 6.2. De resterende drivhusgasudledninger omfatter udledninger fra affald, fjernvarme, elproduktion samt individuel opvarmning og andre aktiviteter i husholdninger og serviceerhverv. Disse udledninger udgør en mindre andel af de forventede udledninger i 2030, og de er til en vis grad pålagt høje afgifter allerede i dag. Dog bør energifgifter i disse sektorer også som udgangspunkt omlægges til en afgift på drivhusgasudledninger, og niveauet bør tilpasses det generelle afgiftsniveau frem mod 2030. Omlægning af energifgifterne til en CO₂-afgift er også udgangspunktet i ekspertgruppens første delrapport.



Figur 6.2 Fremskrevne drivhusgasudledninger i 2030 fordelt på sektorer

Anm.: Landbrug mv. dækker over landbrug, skovbrug, gartnerier og fiskeri. Landbrug mv. (energi) dækker over de samlede energirelaterede udledninger fra landbrug mv. Landbrug mv. (ikke-energi, landbrug) dækker over landbrugets ikke-energi-relaterede udledninger som følge af landbrugets produktion og arealanvendelse. Landbrug mv. (ikke-energi, øvrige) dækker over øvrige ikke-energi-relaterede udledninger fra landbrug mv., det vil sige udledninger fra skov samt by- og vådområder.

Kilde: Energistyrelsen, Klimastatus og -fremskrivning 2021.

Indførelsen af en afgift i de forskellige spor kan ske parallelt og uafhængigt af hinanden. Dermed bør indførelsen i ét spor ikke afvente, at udfordringer afklares på et andet område. Således bør eksempelvis tekniske udfordringer i landbruget ikke stå i vejen for, at man påbegynder indførelsen af en ensartet afgift i industrien og i transporten.

Det er dog helt essentielt, at virksomhederne får at vide, hvilket afgiftsniveau der stiles efter, så de kan træffe investeringsbeslutninger efter det. Det gælder i alle sektorer, også i en sektor som landbruget, hvor detaljerne om en afgiftsmodel endnu ikke er afklaret. Hvis ikke virksomhederne har et pejlemærke, risikerer omstillingen at blive forsinket og efterfølgende forhastet og dermed dyrere end nødvendigt. Det gælder både set fra samfundets perspektiv og for den enkelte aktør, som risikerer at lave fejlinvesteringer, hvis ikke der er et pejlemærke. Klimarådet opfordrer derfor regeringen til snarest at melde et sigtepunkt for afgiftens niveau i 2030 ud, der kan fungere som fælles pejlemærke på tværs af sektorer, uafhængigt af hvornår afgiften implementeres.

I det følgende opridses de fire forskellige, mulige spor.

Transport

I vejtransporten er afgifterne på benzin og diesel relativt høje sammenlignet med den eksterne omkostning forbundet med drivhusgasudledning. Men afgifterne kan ikke betragtes fra et isoleret klimaperspektiv, fordi kørsel også påfører samfundet en række øvrige eksterne omkostninger som støj, lokal luftforurening, ulykker og trængsel. Da disse omkostninger varierer efter blandt andet tid og sted, håndteres de bedst med en kørselsafgift. Derfor bør målet på sigt være at lade kørselsafgifter tage hånd om eksternaliteter som støj, ulykker og trængsel, mens drivhusgasafgiften pålægges selve brændstoffet. De Økonomiske Råd har vist, at en sådan omlægning, hvor den nuværende registreringsafgift afskaffes, og ejerafgiften reduceres, vil indebære en betydelig velfærdsgevinst for samfundet.⁸ Omlægning til kørselsafgifter kan dog tage tid, og derfor kan man på den korte bane hæve afgiften på diesel til transport, der af konkurrencehensyn er lavere end afgiften på benzin til transport. Dette er anbefalet i Klimarådets analyse *Veje til klimaneutral lastbiltransport*. Grundlaget for anbefalingen er, at lastbilerne i dag langt fra betaler afgifter svarende til deres eksterne omkostninger, samtidig med at de tyske afgiftsstigninger og den betydelige grænsehandel med diesel i Danmark taler for en stigning i den danske dieselaftgift med henblik på at begrænse grænsehandlen på dansk side. En dieselaftgiftsstigning kan for dieselpersonbilerne modregnes i udligningsafgiften, der netop har til formål at korrigere for, at afgiften er lavere på diesel end på benzin.

Landbrug

I landbruget udgøres størstedelen af sektorens udledninger af landbrugets ikke-energirelaterede udledninger. Det er fx udledning af lattergas fra gødning af markerne og metan fra køernes fordøjelse. Disse udledninger er i dag ikke omfattet af afgifter, og der er behov for rent praktisk at kunne beregne udledningerne fra den enkelte bedrift. Der skal altså udvikles bedriftsregnskaber, som en afgift kan baseres på. Denne udviklingsopgave adskiller landbruget fra de øvrige udledningskilder. Ser man på landbrugets energirelaterede udledninger, er de imidlertid omfattet af en afgift allerede i dag, dog på et ret lavt niveau. Derfor bør en forhøjelse af afgiften på disse udledninger ikke afvente en model for beskattning af de øvrige udledninger fra landbruget. Det er i overensstemmelse med ekspertgruppens første delrapport, som foreslår en forhøjelse af afgiften på landbrugets energirelaterede udledninger. Tilsvarende kan man forestille sig, at nogle af landbrugets øvrige udledninger kan omfattes af en afgift før andre, og i så fald bør afgiftsgrundlaget løbende udvides, i takt med at det bliver muligt at afgiftspålægge flere udledninger. Endelig er der risiko for kulstoflækage, hvis landbrugets udledninger pålægges en afgift, og det kan være argument for at supplere afgiften med regulering, der adresserer dette. Overvejelser om indførelse af afgifter på landbrugets udledninger uddybes i afsnit 6.3.

Industri

I industrien er der ligesom med landbruget risiko for kulstoflækage, hvilket kan være et argument for lækageregulering. En model for lækageregulering i industrien kan være mere eller mindre avanceret og tage kortere eller længere tid at få på plads. Hvis det tager tid at få en model på plads, kan man på den korte bane vedtage at hæve afgiften i den ikke-kvoteomfattede industri, så denne i højere grad sidestilles med kvoteomfattet industri. I figur 6.1 er anvendt en kvotepris på 617 kr. pr. ton svarende til Finansministeriets bud på kvoteprisen i 2022.⁹ Afgiften i den ikke-kvoteomfattede industri ligger på et langt lavere niveau. Her er CO₂-afgiften cirka 180 kr. pr. ton. Denne afgift skal altså hæves betragteligt for at komme op i nærheden af kvoteprisen. Herefter bør afgiften hæves i hele industrien gradvist frem mod 2030, i kombination med at der indføres en model for

lækageregulering. Ekspertgruppen har foreslået en relativt simpel model med reduceret afgift til visse erhverv kombineret med en tilskudspulje til CO₂-fangst og -lagring (CCS). Hvis man vælger at indføre en sådan model, vil den muligvis kunne komme på plads relativt hurtigt.

Negative udledninger

Foruden de tre ovennævnte afgiftsspor, er det vigtigt, at CCS og negative udledninger tænkes sammen med en afgift på drivhusgasser. Fossil CO₂, som fanges og lagres, bør fritages for en afgift. Og i udgangspunktet bør der gives et tilskud til negative udledninger, som svarer til afgiftssatsen, når der er tale om dokumenterbar langtidslagring. Negative udledninger kan forekomme på flere måder, som kapitel 3 beskriver. Fangst og lagring af biogen CO₂ i undergrunden er en måde at skabe negative udledninger på. Som beskrevet i kapitel 3, er det imidlertid ikke al biomasse, der retvisende kan regnes for at have nuludledning. Når man indretter de samlede rammebetingelser, bør man holde dette for øje, så der ikke skabes uhensigtsmæssige incitamenter, til fx øget biomasseforbrug uden tilsvarende at tage højde for effekterne på kulstoflageret eller konsekvenserne for biodiversiteten. Det bør have høj prioritet at få afklaret både de juridiske, praktiske og økonomiske rammer angående fangst, transport og lagring af CO₂, så det bliver klart for virksomhederne, hvilke rammer og incitamenter de kan forvente.

6.2.2 Samspil mellem afgift og EU-regulering

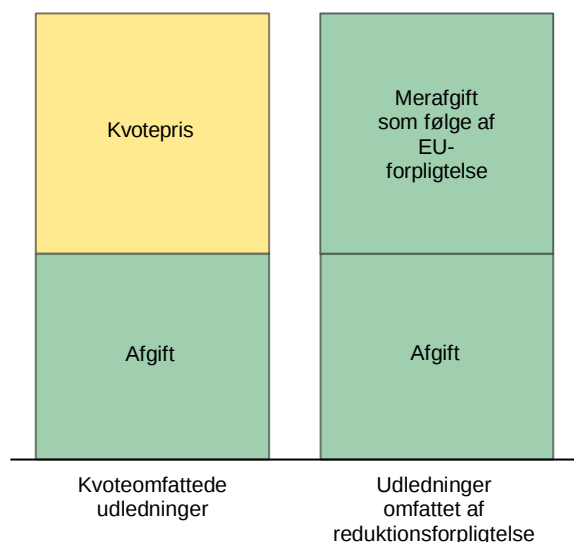
Nogle drivhusgasudledninger er omfattet af EU's kvotesystem, mens andre kun er omfattet af nationale afgifter. Den samlede tilskyndelse til at reducere udledningerne udgøres af summen af den nationale afgift og en eventuel kvotepris. Et vigtigt spørgsmål er, hvordan det nationale afgiftssystem bør spille sammen med EU's kvotesystem.

EU-forpligtelser taler for en højere afgift uden for kvotesektoren

Hvis afgiftssystemet skal understøtte en omkostningseffektiv omstilling ud fra et nationalt perspektiv, skal der som udgangspunkt indføres en ensartet afgift på alle udledninger. Det vil sige, at virksomheder inden for og uden for kvotesektoren skal betale den samme afgift, og i tillæg hertil betaler kvoteomfattede virksomheder for kvoter. Der skal som udgangspunkt ikke gives et nedslag i den nationale afgift for kvoteprisen. Det skyldes, at reduktioner i kvotesektoren frigør kvoter, som Danmark kan sælge til udlandet. Set fra et snævert dansk synspunkt er kvoter et input i produktionen, der har en samfundsøkonomisk omkostning, og kan derfor ikke betragtes som en afgift.

Der er dog et vigtigt argument for at afvige fra dette udgangspunkt om ensartet beskatning. Danmarks reduktionsforpligtelser over for EU tilsiger nemlig, at der skal være forskellig afgift i kvote- og ikke-kvotesektoren. Som beskrevet i kapitel 4 kan vi muligvis forvente, at reduktionsforpligtelserne i ikke-kvotesektoren og sektoren for arealanvendelse og skov (LULUCF) bliver relativt stramme, hvis forslagene i EU's *Fit for 55*-pakke vedtages. Det kan betyde, at en omkostningseffektiv opfyldelse af 70-procentsmålet ikke automatisk medfører opfyldelse af Danmarks EU-forpligtelser i de to sektorer. Dermed skal Danmark hente flere reduktioner i sektorerne, og det tilsiger en højere afgift her. Figur 6.3 illustrerer et sådant afgiftssystem, hvor der er en højere afgift på udledninger omfattet af en reduktionsforpligtelse og en lavere afgift på kvoteomfattede udledninger.

Danmark kan opfylde sine EU-forpligtelser ved at reducere de nationale udledninger. Men det er også muligt for Danmark at opfylde forpligtelserne ved at købe udledningsrettigheder fra andre lande, hvis de pågældende lande overopfylder deres forpligtelser. Tilsvarende kan Danmark sælge udledningsrettigheder, hvis vi overopfylder vores forpligtelser. Det er et argument for, at merafgiften på de udledninger, som er omfattet af reduktionsforpligtelser, bør svare til prisen på disse udledningsrettigheder. Det gælder, uanset om forpligtelserne binder eller ej. Det skal dog understreges, at der ikke eksisterer én pris på udledningsrettigheder på samme måde som kvoteprisen, da rettighederne fx ikke handles offentligt på en børs. I stedet er der tale om enkeltstående handler landene imellem, hvor prisen ofte ikke offentliggøres.



Figur 6.3 Illustration af afgiftssystem

Anm.: Figuren tager udgangspunkt i den nuværende EU-regulering, hvor nogle udledninger er omfattet af kvotesystemet, ETS, og andre udledninger er omfattet af en national reduktionsforpligtelse. Hvis der indføres et nyt kvotesystem for transport og bygninger, vil udledningerne fra disse sektorer både være omfattet af et kvotesystem og en reduktionsforpligtelse.

Kilde: Klimarådet.

Afgiftsforskellen mellem kvotesektoren og ikke-kvotesektoren bør være lig kvoteprisen

Figur 6.3 illustrerer et afgiftssystem, hvor merafgiften uden for kvotesektoren svarer nøjagtigt til kvoteprisen. Ud fra et nationalt syn på omkostningseffektivitet, er det ikke givet, at det skal være sådan. Men hvis EU's klimapolitik er konstrueret nogenlunde omkostningseffektivt, vil prisen på udledningsrettigheder og kvoteprisen være omtrent den samme. Det vil nemlig sikre, at de billigste reduktionstiltag på tværs af hele EU realiseres. Med *Fit for 55*-pakken har EU-kommissionen i store træk bestræbt sig på, at fordelingen af reduktioner mellem kvotesektoren og ikke-kvotesektoren skal være nogenlunde omkostningseffektiv. Det lykkes næppe til fulde, men kvoteprisen må ikke desto mindre betragtes som et godt og praktisk anvendeligt bud på merafgiften på de udledninger, som er omfattet af EU-forpligtelser.

Man kan argumentere for, at Danmark i alle tilfælde bør understøtte global og europæisk omkostningseffektivitet. Også selvom den europæiske klimapolitik ikke er indrettet fuldt omkostningseffektivt. Det vil sige, at Danmark bør indrette den nationale klimapolitik, så der vælges de billigste tiltag i et europæisk og globalt perspektiv. Det kræver netop en merafgift uden for kvotesektoren, som svarer til kvoteprisen. På den måde kan der argumenteres for, at Danmark i højere grad kan fremstå som foregangsland for andre.

På den baggrund anbefaler Klimarådet en afgiftsmodel, hvor den nationale afgift pålagt kvoteomfattede virksomheder er lavere end afgiftssatsen i resten af økonomien med en forskel svarende til kvoteprisen. Sagt med andre ord bør kvoteomfattede virksomheder få et nedslag i den generelle afgiftssats, som svarer til kvoteprisen. Dette princip kendes allerede fra det britiske, såkaldte carbon price floor.¹⁰ Finansministeriet forventer, at kvoteprisen stiger til omkring 750 kr. i 2030.¹¹ Hvis kvoteprisen er 750 kr., og afgiften uden for kvotesektoren fx er 1.500 kr. pr. ton CO₂e, skal afgiften på kvoteomfattede udledninger være 750 kr. pr. ton CO₂e. Ekspertgruppen for en grøn skattereform har foreslået, at afgiftsforskellen i og uden for kvotesektoren kun er halvdelen af kvoteprisen. Ekspertgruppen har foretaget en afvejning mellem flere modsatrettede hensyn, herunder lækage og den meromkostning, kvoter udgør for Danmark. I begrundelsen for det delvise nedslag har ekspertgruppen dog ikke, som Klimarådet, lagt vægt på betydningen af Danmarks reduktionsforpligtelser uden for kvotesektoren og Danmarks rolle som foregangsland.

Det er forventningen, at der indføres et nyt kvotesystem for transport og bygninger i 2026. Dette er beskrevet nærmere i kapitel 4. For dette kvotesystem vil det første argument for et nedslag i den generelle afgift svarende til kvoteprisen, som præsenteres ovenfor, ikke være gældende. Det skyldes, at udledningerne er omfattet af en EU-forpligtelse, og det taler for en højere afgift end i den traditionelle kvotesektor. Hvis man ønsker en ensartet pris på tværs af sektorer, så Danmark tager de billigste tiltag i anvendelse set fra et europæisk og globalt perspektiv, kan det dog være et argument for også at give et nedslag i det nye kvotesystem.

6.2.3 Effekter af en afgift

En høj afgift på drivhusgasser i Danmark kan give produktionsnedgang, der fører til udflytning af virksomheder, tab af arbejdspladser og kulstoflækage. Klimalovens guidende principper understreger, at klimaindsatsen ikke kun skal være omkostningseffektiv, men at den også skal tage hensyn til blandt andet netop beskæftigelse, erhvervsliv og lækage. Det kan være argument for, at en afgift på drivhusgasser ledsages af supplerende regulering rettet mod disse hensyn.

En afgift tilskynder til omstilling og produktionsnedgang

En afgift på drivhusgasser tilskynder virksomhederne til at reducere deres udledninger. Som udgangspunkt vil virksomhederne vælge at reducere deres udledninger, så længe det er billigere for dem end at betale afgiften. Der er overordnet set to måder, virksomheder kan reducere udledningerne på:

- **Teknisk omstilling.** Ved at tage nye teknologier i brug kan de samme produkter produceres på mindre udledningsintensive måder. Sådanne teknologier kunne være elektrificering af energiforbruget i industrien eller fodertilsætninger til køer, som mindsker metanudledningen fra køernes fordøjelse.
- **Reduceret produktion og erhvervsforskydning.** Hvis produktionen af udledningsintensive produkter reduceres, sænkes udledningerne. En afgift vil forventeligt betyde, at produktionen af udledningsintensive produkter som cement og oksekød mindskes, og at samfundets ressourcer i stedet rettes mod andre erhverv.

Fordelingen mellem de to effekter afhænger i praksis af, hvilke teknologiske omstillingsmuligheder der eksisterer eller udvikles, og hvad de koster. Hvis ikke der eksisterer eller kan udvikles realistiske omstillingsmuligheder, eller hvis virksomhederne i høj grad er konkurrenceudsatte, vil klimaeffekten af en afgift primært skyldes, at produktionen reduceres. Det kan ske enten ved, at forbrugerne i Danmark og udlandet fravælger de dyre klimabelastende varer, eller ved at udenlandske virksomheder overtager dele af den danske produktion. Lækage opstår, i det omfang produktion og udledninger flytter til udlandet.

Supplerende regulering kan mindske lækage, men vil øge omkostningerne ved at nå til 70 pct.

Klimalovens guidende principper udtrykker et politisk ønske om at begrænse produktionsnedgang og lækage. Udflytning af produktion og udledninger kan særligt være en bekymring i industrien og landbruget. Det skyldes, at disse sektorer højst sandsynligt vil skulle pålægges en væsentligt højere afgift sammenlignet med i dag, og samtidig indgår sektorerne i international konkurrence. Hvis man ønsker at mindske omfanget af lækage eller andre uønskede effekter ved produktionsnedgang i udsatte industrier, kan det være argument for, at afgiften ledsages af supplerende regulering rettet mod disse hensyn. Det kan fx være i form af tilskud til specifikke teknologier eller et bundfradrag i afgiften.

Regulering, der forhindrer produktionsnedgang, kommer dog med en pris. Fastholdelsen af produktionen betyder, at udledningerne i de pågældende virksomheder reduceres mindre, end de ellers ville. Det betyder, at der skal findes dyrere reduktioner andre steder i økonomien, og dermed øges de samfundsøkonomiske omkostninger ved at opnå en given reduktion. Man bør derfor veje de øgede omkostninger op mod gevinsten ved at fastholde produktionen i form af fx mindre lækage.

Der kan være flere forskellige formål med at supplere den ensartede afgift med anden regulering. Klimalovens guidende principper understreger, at der skal tages hensyn til blandt andet beskæftigelse, erhvervsliv og social balance. Klimarådet fremhæver, at kulstoflækage er et vigtigt hensyn, som reguleringen bør rette sig mod. Det skyldes, at Danmarks klimaindsats skal ses som led i at afhjælpe et globalt problem, og derfor bør de danske klimatiltag også have en reel global effekt. Når man udformer modeller for supplerende regulering, bør man gøre

sig klart, hvad formålet er. Samtidig bør man overveje, hvor stort behovet for fx lækageregulering er i de enkelte sektorer.

Boks 6.1 beskriver effekter på de af klimalovens guidende principper, der vurderes at blive påvirket mest – enten positivt eller negativt – af en generel drivhusgasafgift.

Boks 6.1 Effekter på udvalgte guidende principper i klimaloven af en generel drivhusgasafgift

Omkostningseffektivitet

En ensartet afgift vil hjælpe til at sikre, at Danmark opfylder sine klimamål billigst muligt. Anbefalingen om en ensartet afgift er således begrundet i princippet om samfundsøkonomisk omkostningseffektivitet, der nævnes som et blandt klimalovens guidende principper. Hvis man afviger fra den ensartede afgift og dermed princippet om samfundsøkonomisk omkostningseffektivitet, vil man som udgangspunkt gøre den samlede regning for at nå klimamålene større, og grundlaget for at tilgodese mange andre hensyn vil derfor som udgangspunkt blive ringere. De Økonomiske Råd har vurderet, hvad det vil koste at bruge henholdsvis tilskud eller afgiftsfritagelse sammenlignet med en ensartet afgift på alle udledninger.¹² Beregningerne viser, at det vil være cirka fire gange så dyrt at opfylde klimamålene via tilskud og tre gange så dyrt, hvis landbruget fritages for en afgift.

Kulstoflækage

Da klimaforandringerne er et globalt problem, bør kulstoflækage begrænses. Typisk vil tiltag, der mindsker kulstoflækagen, betyde, at regningen for at nå klimamålene bliver større. Det fremgår også af ekspertgruppens rapport, hvor de samfundsøkonomiske omkostninger er dobbelt så høje i de modeller, der sigter mod at reducere lækage, som i den model, der blot prioriterer omkostningseffektivitet. Ikke desto mindre kan der være god grund til at begrænse omfanget af kulstoflækage. Det skyldes, at de nationale reduktionsmål skal ses som led i at afhjælpe et globalt problem. Derfor er begrænsning af kulstoflækage grundlæggende for, at Danmarks klimainsats kan siges at give mening i et globalt perspektiv. Det kan være argument for at kombinere en afgift med supplerende regulering rettet mod dette hensyn. Dog må omfanget af kulstoflækage som udgangspunkt forventes at mindskes over tid, i takt med at andre lande i højere grad får bindende klimamål.

Foregangsland

Ifølge klimaloven skal Danmark være et grønt foregangsland, der kan inspirere og påvirke resten af verden. En måde, hvorpå Danmark kan gå forrest og påvirke andre lande, er ved at udvikle nye teknologier, som andre lande kan benytte. En afgift vil netop give tilskyndelse til udvikling af nye grønne teknologier. Samtidig kan Danmark gå forrest ved at udvikle et afgiftssystem, der også omfatter de kilder til drivhusgasudledninger, der kan være komplicerede at afgiftspålægge.

Offentlige finanser

En omlægning af de nuværende energiafgifter til en ensartet drivhusgasafgift vil på sigt betyde et mindre provenu til statskassen, efterhånden som drivhusgasafgiften virker, og udledningerne reduceres. Hvis ikke man vil acceptere en negativ påvirkning af de offentlige finanser, skal det hul i statskassen, som afgiftsomlægningen medfører, lukkes, enten ved at hæve nogle skatter eller skære ned på de offentlige udgifter. En vigtig pointe er dog, at alternativet til at indføre en afgift er at tage andre virkemidler i brug til at opfylde Danmarks klimamål. Andre virkemidler, der har karakter af tilskud, vil kræve finansiering. Derfor vil en afgift grundlæggende være bedre for statskassen end alternative, tilskudsbaserede virkemidler, også selvom afgiftsgrundlaget mindskes over tid.

Social balance og sammenhængskraft

Meget tyder på, at en grøn afgiftsreform med fokus på drivhusgasser samlet set ikke vil øge den økonomiske ulighed på tværs af indkomstgrupper. Kraka har analyseret fordelingseffekterne af at indføre en generel drivhusgasafgift på 1.250 kr. pr. ton CO₂e, samtidig med at energiafgifterne reduceres betydeligt med undtagelse af afgifter på benzin og diesel.¹³ Kraka finder, at den lavere energiafgift og den højere drivhusgasafgift samlet set rammer en gennemsnitlig person i de høje indkomstgrupper hårdere end en gennemsnitlig person i de lave indkomstgrupper. Selvom en grøn omlægning af afgiftssystemet med fokus på drivhusgasser ikke nødvendigvis

øger uligheden på tværs af indkomstgrupper, vil nogle brancher blive ramt hårdere end andre. Da sammensætningen af virksomheder varierer på tværs af landet, kan afgiften øge den geografiske ulighed.

Klimaloven nævner ikke kun social balance, men også sammenhængskraft som et guidende princip. Som Fagbevægelsens Hovedorganisation fremhæver i rapporten *En retfærdig grøn omstilling*, er der generelt stor opbakning til den grønne omstilling, men det er vigtigt for mange, at omstillingen er retfærdig.¹⁴ Hvis ikke det er tilfældet, kan det gå ud over sammenhængskraften. Hvorvidt omstillingen vil opleves som retfærdig afhænger ifølge rapporten i høj grad af, at der bliver givet hjælp til de, som mister jobbet, så de kan komme i ny beskæftigelse. Hjælpen kan omfatte blandt andet uddannelse, efteruddannelse og opkvalificering.

Beskæftigelse og erhvervsliv

Klimaloven understreger, at klimainsatsen skal indrettes under hensyntagen til både beskæftigelse og erhvervsliv. Ofte hænger hensynet til de to tæt sammen, idet produktionsnedgang i en branche ofte også vil betyde en nedgang i beskæftigelsen i den pågældende branche. De Økonomiske Råd har beregnet, at en udfasning af de nuværende energiafgifter i kombination med indførelse af en ensartet afgift på drivhusgasser vil føre til en væsentlig forskydning af aktivitet og jobs mellem brancher, men at den samlede beskæftigelse på længere sigt vil være omtrent uændret.¹⁵ Konkret finder de, at beskæftigelsen særligt vil falde i landbruget og visse dele af industrien, men til gengæld vil den øges i serviceerhverv og dele af den ikke-forurenende industri. Da sammensætningen af virksomheder varierer på tværs af landet, kan afgiften øge den geografiske ulighed. Det understreger behovet for omskoling af den nuværende arbejdskraft og et fokus på, at de unge vælger de uddannelser, som der vil blive efterspurgt i fremtiden.

De Økonomiske Råd finder, at beskæftigelsen hovedsageligt vil falde i den vestlige del af Danmark.¹⁶ Den skæve geografiske fordeling kan være særligt problematisk, hvis de nye jobs opstår i andre dele af landet, hvilket i et vist omfang må forventes at være tilfældet. Det kan derfor være nærliggende at forsøge at opretholde jobbene i visse brancher og geografiske områder, men det kan i nogle tilfælde blive en dyr løsning.

Industrien er kendetegnet ved, at størstedelen af sektorens udledninger stammer fra virksomheder med relativt få ansatte. Det betyder, at det vil være relativt dyrt at opretholde disse jobs. Udledningerne fra Aalborg Portland, oliefelter og raffinaderier er i dag godt 4 mio. ton CO₂e, hvilket udgør over halvdelen af industriens udledninger.¹⁷ I alt er der godt 4.000 personer beskæftiget i cementproduktion, olie- og gasindvinding samt raffinering, hvilket svarer til 1,4 pct. af den samlede beskæftigelse i industrien.¹⁸ Dermed er udledningerne pr. job cirka 1.000 ton om året. Ser man på cementproduktion hos Aalborg Portland alene, er tallet cirka fem gange så højt. I landbruget er billedet et andet, idet udledningerne er spredt mere jævnt ud over virksomhederne i branchen.¹⁹ Til gengæld er den gennemsnitlige udledning pr. job højere end i industrien som helhed.

Det er således både i landbruget og industrien vigtigt at sammenholde omkostningen ved at opretholde forurenende jobs med muligheden for at hjælpe de personer, der står til at miste jobbet, videre i anden beskæftigelse. Som nævnt er dette også vigtigt for sammenhængskraften og den sociale balance. Dertil kommer muligheden for at tilskynde de unge til at vælge de uddannelser, der matcher fremtidens jobs. Et godt eksempel på et område, der er lykkedes med at erstatte sorte jobs med grønne, er Esbjerg, hvor der er sket store forskydninger fra olie- og gasindustrien til vindmølleindustrien.

EU's klimapolitik mindsker risikoen for lækage

Risikoen for kulstoflækage afhænger i høj grad af, hvilken politik der føres i omverdenen. Hvis andre lande fører ambitiøs klimapolitik, vil det bidrage til at mindske udfordringen med kulstoflækage og dermed behovet for lækageregulering. Det skyldes for det første, at en mere ambitiøs klimapolitik i omverdenen kan bidrage til, at danske og udenlandske virksomheder får mere lige konkurrencevilkår. Hvis det er tilfældet, vil risikoen for, at både produktion og udledninger flytter ud af Danmark, mindskes. For det andet opstår egentlig kulstoflækage som udgangspunkt kun, hvis danske udledninger flytter til lande, som ikke har bindende klimamål.

Hvis landene derimod har bindende klimamål, vil de skulle finde andre måder at reducere udledningerne på, og dermed vil landets samlede udledninger som udgangspunkt ikke stige. Det gælder uanset hvor ambitiøse, andre landes klimamål er, men højere klimamål vil ofte øge sandsynligheden for, at klimamål binder. Klimamål er dog ikke hugget sten, og det kan ikke udelukkes, at de lande, som udledningerne flytter til, og som derfor bliver tvunget til at finde flere reduktioner, på længere sigt vil være mindre villige til at acceptere ambitiøse klimamål. Samtidig forhindrer bindende klimamål i andre lande ikke nødvendigvis udflytning af virksomheder og produktion.

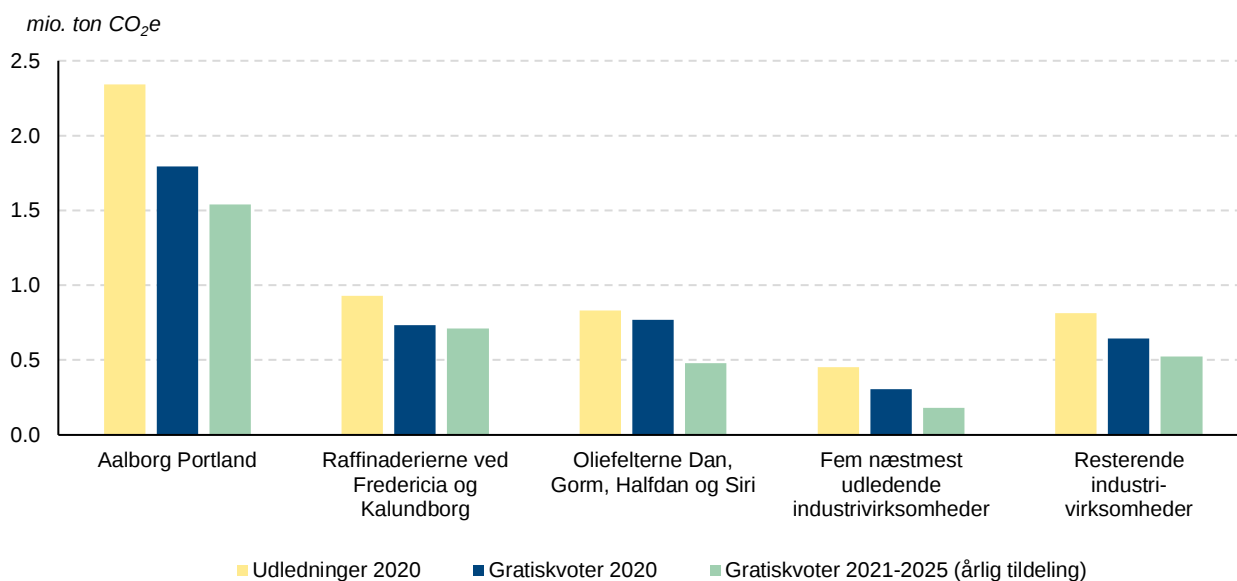
Som beskrevet i kapitel 4, kan EU's nye mål om at reducere udledningerne med minimum 55 pct. i 2030 og *Fit for 55*-pakken mindske udfordringen med kulstoflækage. Det er der tre årsager til:

- For det første vil risikoen for kulstoflækage mindskes, som følge af at EU's nye og mere ambitiøse klimapolitik vil føre til, at flere lande får bindende reduktionsforpligtelser i de sektorer, der er underlagt forpligtelserne.
- For det andet forventes *Fit for 55*-pakken at føre til en højere kvotepris, hvilket betyder, at Danmark kan nøjes med en mindre afgift oven i kvoteprisen og stadig opfylde 70-procentsmålet. Dermed vil danske og andre europæiske virksomheder stilles mere lige, hvilket må forventes at mindske omfanget af lækage. Der vil stadig være en vis kulstoflækage gennem kvotesystemet, fordi de kvoter, som danske virksomheder ikke længere bruger, kan anvendes i andre lande. Men markedsstabilitetsreserven i det europæiske kvotesystem betyder, at lækagen internt i kvotesystemet er mindre sammenlignet med et simpelt kvotesystem uden en stabiliseringsreserve, som boks 4.4 i kapitel 4 beskriver. Det skyldes, at reserven tager kvoter ud af systemet, når kvoteoverskuddet er stort.
- For det tredje indeholder *Fit for 55*-pakken et forslag om en CO₂-told, som vil tjene til at mindske lækagen mellem europæiske lande og lande uden for EU som erstatning for de nuværende gratiskvoter. Det uddybes senere i dette afsnit.

Gratiskvoter mindsker behovet for lækageregulering i industrien

Industrien er kendetegnet ved, at en stor del af udledningerne i forvejen er underlagt regulering fra EU, der søger at mindske lækagen ud af EU. Reguleringen indebærer, at mange industrivirksomheder får lempet deres betalingsbyrde betragteligt, idet de modtager et stort antal kvoter gratis. Det fremgår af figur 6.4, som viser drivhusgasudledningerne fra de kvoteomfattede industrivirksomheder i 2020 sammenholdt med antallet af gratiskvoter i 2020 og deres forventede årlige gratiskvotetildeling i 2021-2025. Som det fremgår af figuren, er langt størstedelen af udledningerne dækket af gratiskvoter.

Hvis de kvoteomfattede virksomheder får et nedslag i den nationale afgift svarende til kvoteprisen, og dette nedslag også gælder gratiskvoterne, kan det derfor tale for et mindre behov for lækageregulering på nationalt plan. Det gælder særligt, hvis kvoteprisen bliver høj, og den nationale merafgift for kvoteomfattede virksomheder derfor bliver lille. Som beskrevet i kapitel 4, er der forskellige bud på kvoteprisen i 2030. Finansministeriet forventer som nævnt, at kvoteprisen stiger til omkring 750 kr. i 2030, mens private analytikere vurderer, at prisen kan blive endnu højere.²⁰ Med en høj kvotepris forebygger gratiskvoterne i betydelig grad kulstoflækage til lande uden for EU, og samtidig vil der med en beskeden national merafgift oven i kvoteprisen være mindre risiko for udflytning af virksomheder fra Danmark til andre EU-lande.



Figur 6.4 Udledninger og gratiskvoter for kvoteomfattede industrivirksomheder

Anm. 1: Figuren er eksklusiv udledninger og gratiskvoter for Tyrafeltet, som er lukket på grund af ombygning i 2019-2022.

Anm. 2: De fem næstmest udledende industrivirksomheder er Nordic Sugar (Nakskov og Nykøbing), Saint-Gobain, NLMK Dansteel og CP Kelco Aps.

Kilde: Energistyrelsen.²¹

I afsnit 6.2.2 argumenterer Klimarådet for, at afgiften i kvotesektoren bør være lavere end uden for kvotesektoren med en forskel svarende til kvoteprisen. I lyset af, at der gives et stort antal gratiskvoter, kunne man ud fra en rimelighedsbetragtning argumentere for, at forskellen skulle være mindre. Men hvis man vil undgå at modarbejde formålet med gratiskvoterne, som er at mindske lækagen ud af EU, bør man ikke skelne mellem, om der er tale om gratiskvoter eller almindelige kvoter, eller bruge gratiskvoterne som argument for en lavere afgiftssats i ikke-kvotesektoren. Hvis gratiskvoterne vurderes at give de kvoteomfattede virksomheder en urimelig fordel, bør dette imødekommes ved at give støtte til virksomhederne i ikke-kvotesektoren i form af fx et bundfradrag i stedet for at indføre en lavere afgiftssats.

EU-Kommissionens *Fit for 55*-pakke stiller forslag om, at gratiskvotesystemet suppleres og sidenhen erstattes af en europæisk CO₂-told, som beskrevet i kapitel 4. En CO₂-told vil, ligesom gratiskvotesystemet, mindske lækagen mellem EU og lande uden for EU. Det skyldes, at tolden virker ved at lægge en afgift på CO₂-indholdet i udvalgte, udledningstunge varer, der importeres til EU. Dermed stilles europæiske virksomheder bedre i konkurrencen med ikke-europæiske virksomheder på det europæiske marked. Dog hjælper en CO₂-told ikke i særlig høj grad danske og andre europæiske virksomheder, der eksporterer til markeder uden for EU. En mere fuldkommen lækagekorrektur ville indebære et tilskud til eksporterede varer svarende til værdien af de udledninger, som varerne fortrænger. Hvis forslaget om en CO₂-told bliver til virkelighed, er der lagt op til en udfasning af gratiskvoterne, dog først over perioden 2026-2035. Derfor står de danske industrivirksomheder fortsat til at modtage et stort antal gratiskvoter de kommende år. Og herefter vil tolden stadig modvirke lækage ud af EU og herigennem mindske behovet for lækageregulering på nationalt plan.

Der er således faktorer, som trækker i retning af et mindre behov for lækageregulering i industrien. En eventuel model for lækageregulering i industrien bør tage dette i betragtning. Overvejelser om lækageregulering i landbruget uddybes nærmere i afsnit 6.3. Eventuelle modeller for lækageregulering i både landbruget og industrien bør indebære, at reguleringen justeres med behovet over tid.

6.2.4 Modeller for lækageregulering

Der kan være et ønske om at undgå udflytning af både virksomheder, arbejdspladser og udledninger. Det kræver overordnet set, at man reducerer udledningerne ved at omstille produktionen i en klimavenlig retning frem for at reducere produktionen. Reguleringen bør indrettes, så der gives hensigtsmæssige incitamenter til at omstille produktionen. Hvis man lægger høj vægt på kulstoflækage, er det særligt vigtigt at fastholde og omstille produktionen i lækageudsatte brancher.

Nogle typer af lækageregulering vil være forbundet med større administrative og praktiske omkostninger end andre. Man bør afveje de administrative omkostninger ved at udforme og administrere de forskellige modeller for lækageregulering mod gevinsten ved de forskellige ordninger i form af fx en mere ensartet tilskyndelse til at tage forskellige teknologier i anvendelse. Hvis man i høj grad favoriserer enkelte teknologier, risikerer man at forbigå billige reduktionsmuligheder og dermed øge omkostningerne ved at nå et givent reduktionsmål og en given begrænsning af fx lækage.

Bundfradrag og tilskudsordninger har hver især fordele og ulemper

Klimarådet har tidligere peget på et produktionsafhængigt bundfradrag til at begrænse lækage. OECD har anbefalet en lignende model.²² En sådan model indebærer, at virksomhederne får et bundfradrag i afgiften, som afhænger af produktionens størrelse. Det vil sige, at bundfradraget bliver mindre, hvis virksomhederne mindsker produktionen. Et produktionsafhængigt bundfradrag har den fordel, at det giver virksomhederne større tilskyndelse til at reducere udledningerne ved at omstille produktionen i en klimavenlig retning end ved at reducere produktionen. En anden fordel er, at modellen bevarer en ensartet tilskyndelse til at tage forskellige reduktionsteknologier i brug. Den er altså teknologineutral. En ulempe ved modellen er, at den kræver, at man kan opgøre virksomhedernes produktion af de enkelte varer, hvilket kan være administrativt tungt og omkostningsfuldt, særligt hvis der ikke er tale om homogene produkter. Dertil kommer, at der kan være udfordringer med at få godkendt en bundfradragsmodel i henhold til EU's statsstøttere regler.

Et alternativ til bundfradrag er at give tilskud til udvalgte reduktionsteknologier. Ekspertgruppen har foreslået at give tilskud til CCS, og OECD fremhæver også tilskud til fx CCS som et muligt alternativ til en bundfradragsmodel.²³ Som nævnt vil et produktionsafhængigt bundfradrag give større tilskyndelse til at omstille produktionen, så den bliver mere klimavenlig, end til at reducere produktionen. Et tilskud kan også have denne effekt, idet den samlede tilskyndelse til at reducere udledningerne via en produktionsnedgang udgøres af afgiften, mens tilskyndelsen til at omstille produktionen ved hjælp af de tilskudsberettigede teknologier udgøres af summen af afgiften og tilskuddet. Det fremgår af tabel 6.1, som sammenligner egenskaberne ved de to forskellige modeller.

Sammenligner man en tilskudsmodel, hvor der gives tilskud til fx CCS, med et produktionsafhængigt bundfradrag, har tilskudsmodellen særligt en fordel og en ulempe. Fordelen ved tilskudsmodellen er, at den kan være administrativt lettere end et produktionsafhængigt bundfradrag, blandt andet fordi det ikke er nødvendigt at kende virksomhedernes produktion af de enkelte varer. Ulempen ved tilskudsmodellen er, at tilskuddet ikke er teknologineutralt. Hvis ikke staten har perfekt kendskab til de forskellige mulige reduktionstiltag i både industrien og andre sektorer, kan der være reduktionstiltag, som er billigere end CCS men dyrere end afgiften, som ikke bliver taget i anvendelse. Derfor vil en tilskudsmodel som udgangspunkt øge de samfundsøkonomiske omkostninger ved at nå klimamålene sammenlignet med et produktionsafhængigt bundfradrag.

Både tilskud og bundfradrag skal finansieres. Det kan ske enten via forhøjelser af andre skatter eller afgifter eller ved at skære ned på offentlige udgifter. Finansieringsbehovet øger ikke kun de samfundsøkonomiske omkostninger, men det kan også have uønskede konsekvenser for klimalovens øvrige guidende principper, blandt andet fordi finansieringstiltag meget vel kan ramme nogle grupper hårdere end andre.

Tabel 6.1 Egenskaber ved forskellige modeller for lækageregulering

	Produktionsafhængigt bundfradrag	Tilskud til specifikke teknologier
Mindsket produktionsnedgang	Mindsker produktionsnedgang ved at lempe nettoafgiftsbetalingen	Mindsker produktionsnedgang ved at lempe nettoafgiftsbetalingen
Tilskyndelse til omstilling versus produktionsnedgang	Større tilskyndelse til omstilling end produktionsnedgang	Større tilskyndelse til omstilling via de tilskudsberettigede teknologier end produktionsnedgang
Teknologineutralitet	Ensartet reduktionstilskyndelse på tværs af teknologier	Uensartet reduktionstilskyndelse på tværs af teknologier
Administration og information	Høje omkostninger på grund af stort informationsbehov	Lave omkostninger, hvis god information om relevante teknologier (som fx CCS)
EU's statsstøttere	Potentielle udfordringer	Potentielle udfordringer, dog formentlig mindre end for bundfradraget
Finansieringsbehov	Indebærer et finansieringsbehov	Indebærer et finansieringsbehov

Teknologineutralitet er et vigtigt hensyn

Ekspertergruppen for en grøn skattereform har peget på en model, hvor der gives tilskud til CCS. Man kan argumentere for, at ulempen ved at give et teknologispecifikt tilskud er mindre i forbindelse med CCS end i mange andre tilfælde. Det skyldes, at man har en relativt god formodning om, at CCS skal i spil som en del af en hensigtsmæssig opfyldelse af Danmarks klimamål. Derudover bærer CCS stadig præg af demonstration og udvikling, hvor fremskridt hos en virksomhed kan komme andre virksomheder til gode. Det taler for at bruge specifikke tilskud.

En tilskudsmodel indebærer dog en risiko for at fordyre målopfyldelsen. Det skyldes, at CCS favoriseres frem for andre reduktionsteknologier som fx energieffektivisering eller produktion af mere klimavenlige cementtyper. Klimarådet har foreslået en bundfradragmodel, men hvis man, på grund af administrative barrierer eller af andre årsager, vælger at indføre en tilskudsmodel, bør man undersøge mulighederne for at inkludere flere reduktionsteknologier i tilskudspuljen.

I ekspertergruppens rapport diskuteres muligheden for en alternativ tilskudsmodel, hvor en del af støttemidlerne udmøntes fra en teknologineutral tilskudspulje. Ekspertergruppen konkluderer, at en sådan pulje i høj grad vil gå til CO₂-reduktioner, der alligevel ville blive foretaget som følge af en højere afgift på CO₂, hvilket ikke er hensigtsmæssigt. Dette argument kan dog også bruges om CCS. Uanset hvilke tiltag, der omfattes af en tilskudspulje, bør man så vidt muligt opstille kriterier eller rammer for tilskudspuljen, der sikrer, at reduktionerne er additionelle. Yderligere kan der komme nye reduktionsteknologier til, eller priserne på de eksisterende teknologier kan ændre sig. Det taler for en model, der inkluderer flere relevante teknologier. En sådan model vil også i højere grad tilskynde til udvikling af nye teknologier og videreudvikling af andre teknologier end CCS.

Tilskud til CCS fra både fossile og biogene kilder, som foreslået af ekspertergruppen, giver større tilskyndelse til at lagre indfanget CO₂ end til at anvende CO₂'en til at fremstille elektrobrændstoffer. Det er endnu et eksempel på, at tilskuddet ikke er teknologineutralt. Man bør være opmærksom på, om der samlet set sker en skævvridning af incitamenterne til at lagre og anvende CO₂. Ekspertergruppen anerkender, at tilskud til CCS giver større tilskyndelse til lagring end anvendelse, men påpeger, at kulstofholdige elektrobrændstoffer er mest relevante inden for skibs- og luftfart, hvor reduktioner ikke bidrager til 70-procentsmålet. Ud fra en snæver betragtning om opfyldelse af det nationale reduktionsmål i 2030 kan kulstofholdige elektrobrændstoffer være af mindre betydning, dels fordi omkostningerne kan være høje, og dels fordi en stor del af skibs- og luftfarten ikke tæller med i Danmarks nationale udledninger. Men hvis Danmark på den længere bane skal reducere de nationale udledninger yderligere og desuden bidrage til at sænke de globale udledninger, kan det være problematisk at favorisere lagring af CO₂ frem for anvendelse.

En yderligere udfordring er, at en høj tilskyndelse til lagring af CO₂ fra biogene kilder understøtter øget brug af biomasse. Som beskrevet tidligere er det imidlertid ikke al biomasse, der retvisende kan regnes for at have nuludledning, jævnfør kapitel 3. Samtidig kan der særligt på den længere bane meget vel opstå knaphed på kulstof. Når man indretter de samlede rammebetingelser, bør man tage højde for dette, så der ikke skabes u hensigtsmæssige incitamenter til fx øget biomasseforbrug uden tilsvarende at tage højde for effekterne på kulstoflageret eller konsekvenserne for biodiversiteten.

6.2.5 Afgiftens niveau

Hvis en generel drivhusgasafgift skal være det primære instrument til at opfylde 70-procentsmålet, skal afgiftsniveauet i 2030 svare til prisen på det dyreste reduktionstiltag, der skal tages i anvendelse for at opfylde målet. Klimarådet vurderede i 2020 det nødvendige afgiftsniveau til at være i omegnen af 1.500 kr. pr. ton CO₂e for at indfri 70-procentsmålet i 2030, hvis afgiften skal være det primære instrument.²⁴ Siden Klimarådet kom med sit bud på afgiftsniveauet, er der vedtaget en række virkemidler, som realiserer nogle relativt dyre reduktionstiltag. Der er dog generelt stor usikkerhed om prisen på de dyreste tiltag, der skal tages i anvendelse.

Såfremt man indfører tilskud til de dyreste reduktionsteknologier, kan selve afgiftssatsen være lavere. Det skyldes, at tilskyndelsen til at tage de tilskudsberettigede teknologier i brug udgøres af summen af afgiften og tilskuddet.

Der skal stadig tages dyre reduktionsteknologier i anvendelse

Regeringens klimaprogram fra 2021 anviser en række potentialer for reduktioner i 2030 på baggrund af den seneste klimafremskrivning.²⁵ Ifølge de angivne potentialer er det nødvendigt at benytte enten Direct Air Capture (DAC), reduktioner i transporten, pyrolyse eller CCS for at nå til 70 pct. Det skyldes, at de resterende potentialer ikke er tilstrækkelige til at dække reduktionsbehovet, selv hvis man realiserer klimaprogrammets høje potentialevurderinger.

Pyrolyse og CCS er som udgangspunkt betydeligt billigere end reduktioner i transporten og DAC. Det fremgår af klimaprogrammets skyggepriser, jævnfør tabel 6.2. Skyggeprisen på pyrolyse er angivet til 1.000 kr., mens skyggeprisen på reduktioner via tilskud til CO₂-fangst og -lagring eller -anvendelse (CCUS) står til 1.350 kr. Der er angivet betydelige spænd omkring de centrale skøn. Klimarådet har tidligere peget på en skyggepris på CCS på i omegnen af 1.000 kr., mens De Økonomiske Råd i deres rapport fra februar 2020 har benyttet en pris på 800-1.000 kr. baseret på en analyse fra EA Energianalyse.²⁶ I alle tilfælde må skyggepriserne forventes at være afhængige af, hvor stort et potentiale der skal realiseres. I ekspertgruppens rapport lægges til grund, at omkostningerne til CCS ligger i intervallet 600-1.175 kr. pr. ton for affaldsværker og øvrig kraftvarmeproduktion og 1.350-1.450 kr. pr. ton for industri.

Tabel 6.2 Udvalgte skyggepriser fra Klimaprogram 2021

Virkemiddel	Reduktion (mio. ton CO ₂ e)	Skyggepris, central (kr. pr. ton CO ₂ e)	Skyggepris, spænd (kr. pr. ton CO ₂ e)
Pyrolyse	2	1.000	500-1.500
Opskalering af CCUS-pulje (kan skales)	0,8	1.350	900-1.800
Støtte til storskala demonstration af Direct Air Capture (kan skales)	0,075	3.500	2.600-4.400
Diverse tiltag inden for transport	12,1	4.235*	3.726-4.744

Anm.: *Vægtet gennemsnit af de angivne skyggepriser for reduktionstiltag i transporten i Klimaprogram 2021. Heraf er der et reduktionspotentiale på 0,09 mio. ton med en skyggepris på under 2.000 kr. pr. ton, mens de resterende reduktionsmuligheder har højere skyggepriser. Det angivne spænd er ligeledes et vægtet gennemsnit af høje og lave omkostningsskøn, som angivet i bilag 1 til Klimaprogram 2021.

Kilder: Klimarådet på baggrund af Klimaprogram 2021 og det tillknyttede bilag, Bilag 1 – Bruttovirkemiddelkatalog.

Klimarådets vurdering af afgiftssatsen fra 2020 blev baseret på, hvilke tiltag der forventeligt skulle tages i anvendelse for at nå 70-procentsmålet på det pågældende tidspunkt, og hvad de dyreste af disse tiltag forventeligt

ville koste. Til grund for beregningerne lå en præmis om, at reduktionerne skulle ske uden væsentlig produktionsnedgang i fx industri og landbrug. På daværende tidspunkt var det forventningen, at CCS og pyrolyse skulle i spil, men at det også ville være nødvendigt med dyrere reduktionstiltag som fx omstilling til biogas. I løbet af de seneste to år er der imidlertid vedtaget virkemidler, som realiserer nogle relativt dyre reduktioner. Blandt andet er der gennemført virkemidler, der tilskynder til flere elbiler og mere biogas. Derfor skal disse tiltag sandsynligvis ikke længere tages i anvendelse for at dække det resterende reduktionsbehov. Samme metodiske tilgang, som Klimarådet anvendte i 2020, vil på nuværende tidspunkt nå frem til, at det formodentlig vil være tilstrækkeligt at tage tiltag som CCS og pyrolyse i anvendelse. Det afgørende er derfor, hvad disse teknologier koster.

Usikkerhed om skyggepriser og potentialer skaber usikkerhed om den nødvendige afgiftssats

Der er flere forhold, som skaber stor usikkerhed om den nødvendige afgiftssats. For det første er der stor usikkerhed om skyggeprisen på både pyrolyse og CCS. I klimaprogrammet er angivet et interval for skyggeprisen på pyrolyse på 500-1.500 kr. og for CCS på 900-1.800 kr. pr. ton CO₂e i 2030. Hvis man sætter afgiften lig det centrale skøn for prisen på disse tiltag, er der risiko for, at prisen ender med at blive højere end afgiften, og at potentialerne derfor ikke indfries i det ønskede omfang. I forlængelse heraf skal det understreges, at skyggepriserne må forventes at afhænge af, hvor stort et potentiale der skal realiseres. For CCS vil prisen pr. ton CO₂, man kan reducere, fx i høj grad afhænge af antallet af driftstimer på det pågældende anlæg. Det er således muligt, at man kan hente en vis mængde reduktioner med CCS relativt billigt, men hvis et stort potentiale skal indfries, kan prisen pr. ton CO₂ blive højere. Man kan dog også forestille sig en effekt, der trækker i retning af, at prisen på CCS falder, jo mere udbredt og dermed udviklet teknologien bliver.

For det andet er der usikkerhed om potentialet i både CCS og pyrolyse. Det vil også kunne få stor betydning for det nødvendige afgiftsniveau. De Økonomiske Råd har eksempelvis illustreret effekten af et mindsket CCS-potentiale på den nødvendige afgift. Resultatet er, at den nødvendige afgift i rådernes beregninger stiger fra 1.200 kr. til 2.000 kr. i 2030, hvis CCS-potentialet halveres.²⁷ Beregningerne fra De Økonomiske Råd er baseret på et ældre datagrundlag, men de giver alligevel et vist billede af usikkerheden og dermed risikoen for, at det kan blive nødvendigt med et ganske højt afgiftsniveau. På den baggrund kan det være hensigtsmæssigt ikke at sigte efter et for lavt afgiftsniveau, hvis man ønsker en rimelig grad af sikkerhed for at opfylde 70-procentsmålet.

Reduktioner i landbruget er afgørende

Den nødvendige afgiftssats afhænger i høj grad af udviklingen og mulighederne i landbruget. Med *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug* er det ambitionen at hente yderligere cirka 4-6 mio. ton reduktioner i landbruget i 2030 ud over aftalens vedtagne reduktioner på 1,9 mio. ton.²⁸ En stor del af de potentialer, der peges på i aftalen og i klimaprogrammet, befinder sig i landbrugets udviklingsspor, hvilket vil sige, at der i høj grad er tale om nye og uprøvede tiltag. Hvis der kun hentes få reduktioner i landbruget, vil det øge risikoen for, at det bliver nødvendigt at indfri relativt dyre CCS-reduktioner eller at tage andre og dyrere reduktionstiltag i anvendelse. Fx viser en analyse fra Kraka, at afgiften i de øvrige sektorer skal hæves fra cirka 1.000 kr., hvis udledningerne fra landbruget reduceres med godt 4 mio. ton ud over de vedtagne 1,9 mio. ton, til godt 1.500 kr., hvis der ikke hentes yderligere reduktioner i landbruget end de vedtagne.²⁹ Dertil kommer, at selv hvis man politisk har besluttet at indfri potentialerne i landbruget, er der betydelig usikkerhed om, hvilken økonomisk tilskyndelse der er nødvendig for at indfri flere af potentialerne, da der som nævnt er tale om tiltag i udviklingssporet.

I landbrugsaftalen og klimaprogrammet har mange af de angivne reduktionstiltag i landbruget karakter af teknisk omstilling. En afgift på landbrugets udledninger vil – ligesom en afgift i andre sektorer – naturligvis også kunne føre til produktionsnedgang. De Økonomiske Råd har beregnet, at en afgift på 1.200 kr. pr. ton CO₂e vil føre til en betydelig produktionsnedgang i landbruget, hvilket vil reducere udledningerne fra sektoren.³⁰ Men såfremt man indfører supplerende tiltag ud over afgiften, som opretholder produktionen, vil disse reduktioner i mindre grad realiseres. Og så er det afgørende, hvorvidt de nye teknologier i landbruget kan komme i spil og til hvilken pris.

Landbrugsaftalen fastslår, at reduktionsmålet for landbruget er bindende. Det kan i princippet tilsige to forskellige afgiftssatser i henholdsvis landbrug og resten af økonomien. Det vil dog betyde, at man afviger fra en omkostningseffektiv opfyldelse af Danmarks samlede klimamål. Man bør derfor sigte efter en ensartet tilskyndelse til at reducere på tværs af sektorer.

Ekspertgruppens modeller vægter lækage og omkostningseffektivitet forskelligt

Ekspertgruppen for en grøn skattereform har fremlagt tre modeller med forskellige kombinationer af afgift og tilskud. Ifølge regeringen udestår et reduktionsbehov på 9,4 mio. ton i 2030. Ekspertgruppen beskæftiger sig ikke med landbruget i den første delrapport, men forventer at landbruget leverer 5 mio. ton, hvilket svarer til midten af intervallet for ambitionen i landbrugsaftalen. En højere kvotepris forventes endvidere at reducere reduktionsbehovet med godt 1 mio. ton. På den baggrund har ekspertgruppen fremlagt modeller, der leverer de resterende 3,5 mio. ton i industri, ikke-vejtransport og ved negative udledninger, så reduktionsbehovet i 2030 forventeligt dækkes. Modellerne vægter i forskellig grad omkostningseffektivitet og lækagehensyn. Den første model, som vægter omkostningseffektivitet højt, indebærer en høj grad af lækage. Det søger de to efterfølgende modeller at imødegå ved at give tilskud til CCS. De tre modeller er:

- **Model 1.** Der indføres en afgift på 750 kr. pr. ton CO₂ i ikke-kvotesektoren og 375 kr. i kvotesektoren. Der gives tilskud til negative udledninger, som højst kan udgøre afgiftssatsen i ikke-kvotesektoren. Det resterende afgiftsprovenu tilbageføres bredt til erhvervslivet, fx via en generel lempelse af selskabsskatten.
- **Model 2.** Der indføres en afgift på 750 kr. pr. ton CO₂ i ikke-kvotesektoren og 375 kr. i kvotesektoren, undtagen for mineralogiske processer (fx cement) hvor afgiften kun udgør 100 kr. Der gives tilskud til både CCS fra fossile kilder og negative udledninger. Den samlede model er provenuneutral.
- **Model 3.** Der indføres en afgift på 600 kr. pr. ton CO₂ i ikke-kvotesektoren og 225 kr. i kvotesektoren, undtagen for mineralogiske processer hvor afgiften kun udgør 100 kr. Der gives tilskud til både CCS fra fossile kilder og negative udledninger, som er højere end i model 2. Den samlede model giver et finansieringsbehov på 0,5 mia. kr., som finansieres via en forhøjelse af bundskatten.

Ekspertgruppen har i sine modeller sat forskellen mellem afgiften i kvotesektoren og uden for kvotesektoren til halvdelen af kvoteprisen, der forventes at være 750 kr. pr. ton i 2030. For kvoteomfattede virksomheder udgøres den samlede pris på udledninger af ovennævnte afgifter og kvoteprisen. Det vil sige, at den samlede pris for udledninger i kvotesektoren er 1.125 kr. i model 1 og 2 og 975 kr. i model 3.

Samtlige modeller indebærer en samlet reduktion på 3,5 mio. ton, men der er stor forskel på, hvordan reduktionerne fremkommer. I model 1 indføres en ensartet afgift, og der gives ingen tilskud eller bundfradrag. Det betyder, at over halvdelen af reduktionerne skyldes produktionsnedgang frem for teknisk omstilling. I de andre modeller hentes flere reduktioner med CCS, det vil sige at reduktionerne i høj grad skyldes omstilling af produktionen i stedet for produktionsnedgang. Konkret skyldes henholdsvis 70 pct. og 75 pct. af reduktionerne teknisk omstilling i model 2 og 3, hvoraf en stor del kommer fra CCS. Dermed mindskes risikoen for lækage, men samtidig fordyres målopfyldelsen. De samfundsøkonomiske omkostninger i 2030 er således 1,3 eller 0,9 mia. kr. i model 1 henholdsvis før og efter lempelse af selskabsskatten, mens de er 1,8 mia. kr. i model 2 og model 3. Det kan være fornuftigt at ledsage afgiften af en vis grad af lækageregulering, men man skal være klar over, at både model 2 og 3 indebærer en særdeles uensartet tilskyndelse til at reducere med CCS i forhold til andre teknologier.

Modellerne indebærer forskellige tilskyndelser til at reducere udledningerne

Den samlede tilskyndelse til at reducere udledningerne påvirkes af både afgift, kvotepris og tilskud. Det skyldes, at en virksomhed både sparer afgiften og modtager et tilskud, når den vælger at reducere med en tilskudsberettiget teknologi. Den samlede tilskyndelse til at reducere vil altså udgøres af summen af afgiften og tilskuddet. Når man sammenligner forskellige modeller, er det relevant at sammenligne den samlede tilskyndelse til at reducere. Denne angiver, hvor dyre reduktionstiltag, der tages i anvendelse.

Ekspertgruppens model 1 er en ren afgiftsmodel, mens model 2 og 3 indebærer et tilskud til CCS. Tabel 6.3 viser den samlede tilskyndelse til at reducere udledningerne ved hjælp af henholdsvis CCS og andre tiltag i de tre modeller. Tilskyndelsen vises for virksomheder i ikke-kvotesektoren og for virksomheder i kvotesektoren, hvor kvoteprisen også bidrager til den samlede tilskyndelse til at reducere. Virksomheder i kvotesektoren er endvidere opdelt i virksomheder med mineralogiske processer, som udgøres af fx cementproduktion, teglværker og andre processer.

Tabel 6.3 Samlet tilskyndelse til reduktion i ekspertgruppens afgiftsmodeller gennem enten CCS eller andre tiltag

	Ikke-kvotesektor		Kvotesektor (ikke mineralogiske processer)		Kvotesektor (mineralogiske processer)	
	Ikke CCS (afgift)	CCS (afgift + tilskud)	Ikke CCS (afgift + kvotepris)	CCS (afgift + kvotepris + tilskud)	Ikke CCS (afgift + kvotepris)	CCS (afgift + kvotepris + tilskud)
Model 1	750	750	1.125	1.125	1.125	1.125
Model 2	750	Op til 850	1.125	Op til 1.450	850	Op til 1.450
Model 3	600	Op til 875	975	Op til 1.450	850	Op til 1.450

Anm. 1: I kolonnerne med overskriften CCS vises tilskyndelsen til CCS fra fossile kilder. Denne udgøres i model 1 af summen af afgiften og en eventuel kvotepris, idet der ikke gives tilskud til CCS. I model 2 og 3 gives der tilskud til CCS, hvilket også bidrager til den samlede tilskyndelse til CCS. Der er et loft over summen af tilskuddet og afgiften på henholdsvis 850 kr. og 875 kr. Dette loft binder kun i ikke-kvotesektoren. Det skyldes, at kvoteprisen forventes at være 750 kr., og de samlede omkostninger til CCS antages maksimalt at udgøre 1.450 kr. pr. ton. Disse omkostninger sætter en grænse for, hvad der bliver udbetalt i støtte i modellerne.

Anm. 2: Tilskyndelsen til negative udledninger, som forekommer via CCS fra biogene kilder (BECCS), udgøres alene af tilskuddet, som maksimalt udgør 750 kr. i model 1, 850 kr. i model 2 og 875 kr. i model 3, uanset om reduktionerne forekommer i eller uden for kvotesektoren.

Kilde: Klimarådet på baggrund af Ekspertgruppen for en grøn skattereform, *Grøn skattereform – første delrapport*, 2022.

Modellerne indebærer forskellige økonomiske tilskyndelser til at reducere. I model 1, som er en ren afgiftsmodel, kommer tilskyndelsen til at reducere ikke over 1.125 kr. Denne tilskyndelse er tilstrækkelig, hvis man vil acceptere en høj grad af produktionsnedgang i visse drivhusgasintensive brancher. Sammenligner man de 1.125 kr. i model 1 med Klimarådets 1.500 kr., er de to tal ikke helt sammenlignelige. Det skyldes, at Klimarådets beregninger var baseret på en præmis om, at reduktionerne skulle ske uden væsentlig produktionsnedgang i fx industri og landbrug, idet Klimarådet inkluderede et produktionsafhængigt bundfradrag. Det kræver, at der tages dyrere reduktioner i anvendelse og dermed en højere tilskyndelse. I ekspertgruppens model 2 og 3 gives tilskud til CCS, og det betyder, at den samlede tilskyndelse til at reducere – via CCS – bliver op imod 1.450 kr. i modellerne. Ekspertgruppens modeller indikerer altså en nødvendig tilskyndelse til at reducere, som er ganske tæt på Klimarådets tidligere bud på 1.500 kr., såfremt der skal tages hånd om lækage.

Ekspertgruppens modeller viser, at den nødvendige tilskyndelse til at reducere i høj grad afhænger af CCS-teknologien. Både prisen på CCS og CCS-potentialet er som tidligere nævnt usikkert. Det bør man holde sig for øje, når man fastlægger afgiftssatsen og en eventuel tilskudssats. Derudover tager ekspertgruppens beregninger for givet, at landbrugets udledninger reduceres med cirka 5 mio. ton. Der er imidlertid stor usikkerhed om prisen på de forskellige reduktionstiltag i landbruget. Hvis landbruget ikke leverer de nævnte reduktioner, skal der hentes flere reduktioner i den resterende del af økonomien, og det vil kræve enten en højere afgift eller et større tilskud. Ved at behandle landbruget særskilt risikerer man at bevæge sig væk fra en omkostningseffektiv fordeling af reduktioner på tværs af sektorer. Man bør derfor sigte efter en ensartet tilskyndelse til at reducere på tværs af sektorer.

Regeringen bør annoncere et sigtepunkt for afgiftssatsen i 2030

Det står klart, at der er mange usikre faktorer, som påvirker det nødvendige afgiftsniveau for at opfylde 70-procentsmålet. Ikke desto mindre haster det med at få meldt et klart sigtepunkt for afgiften ud, så virksomheder og borgere har noget at rette sig efter. Klimarådet anbefaler derfor, at der snarest muligt annonceres et sigtepunkt for afgiften i 2030, og at man påbegynder en gradvis indfasning af en ensartet drivhusgasafgift mod dette niveau, startende med de udledninger, hvor afgiftsgrundlaget er velafprøvet. Med udgangspunkt i ekspertgruppens rapport er den nødvendige tilskyndelse til klimaomstilling i afgiftssystemet formentlig i størrelsesordenen 1.500 kr. pr. ton CO₂e. Selve afgiftssatsen afhænger dog af, om lækage håndteres gennem tilskud eller bundfradrag.

Der er stor usikkerhed om centrale teknologiers potentialer og priser. Hvis man annoncerer et sigtepunkt i 2030 baseret på optimistiske forventninger til potentialer og priser, er der risiko for, at afgiften ikke vil være

tilstrækkelig til at sikre, at 70-procentsmålet opfyldes. Da vil det være nødvendigt at forhøje afgiftssatsen for at nå i mål. Hvis man omvendt baserer afgiftsniveauet på mere pessimistiske forventninger, er der større sikkerhed for at nå målet med den annoncerede afgift. Samtidig er der dog højere risiko for, at der opstår en situation, hvor man enten skal acceptere at overopfylde målet eller nedjustere afgiftssatsen. I lyset af den store usikkerhed bør regeringen løbende holde øje med, om en afgiftssats på det annoncerede niveau er tilstrækkelig til at opfylde 70-procentsmålet.

Endelig kan det være hensigtsmæssigt, at der fremover annonceres et niveau for afgiftssatsen 10 år frem i tid, når der vedtages et nyt klimamål med 10-årig horisont. Således kan der udstikkes et sigtepunkt for afgiftssatsen i 2035, umiddelbart efter at der er vedtaget et reduktionsmål for dette år, hvilket ifølge klimaloven skal ske i 2025.

6.3 Omstilling af fødevarer systemet

Produktionen af fødevarer medfører en betydelig belastning for klimaet. Udledningerne stammer blandt andet fra den direkte udledning fra landbrugsproduktion og fra den skovrydning, der er forårsaget af landbrugsproduktionen. Produktionen af fødevarer skaber også udledninger fra fx transport og opbevaring. Udledninger fra alle disse processer kan samles under fællesbetegnelsen fødevarer systemet. Danskerne påvirker udledningerne herhjemme og i udlandet gennem fødevarerforbruget. Dette afsnit ser nærmere på tiltag, der kan skubbe fødevarer systemet i Danmark i en mere klimavenlig retning.

Klimarådets anbefalinger

- Klimarådet anbefaler, at en generel drivhusgasafgift også dækker landbrugets drivhusgasudledninger. Den konkrete afgiftsmodel på landbrugets udledninger kan indrettes med mulighed for bundfradrag for at begrænse produktionsnedgang og lækage. En konkret model kræver et grundigt forarbejde, men regeringen bør allerede nu annoncere, at den arbejder for en afgift på alle drivhusgasudledninger, og hvilket afgiftsniveau der sigtes efter. Hvis det ønskes politisk, vil det ud over bundfradraget være muligt at give kompensation til de landmænd, som bliver påvirket af fx faldende jordpriser.
- Klimarådet anbefaler, at der først lægges afgift på de dele af landbrugets udledninger, hvor det relativt nemt kan lade sig gøre. I takt med at de praktiske udfordringer løses for de øvrige udledningskilder, bør disse også omfattes af afgiften.
- Klimarådet anbefaler, at regeringen herudover igangsætter et arbejde for at udforme en model, som bedst muligt tillader, at der pålægges forbrugsafgifter på klimabelastende fødevarer, så prisen afspejler klimabelastningen for disse. Dette kan supplere en afgiftsmodel med bundfradrag.
- Klimarådet anbefaler, at regeringen i højere grad understøtter forskning og udvikling i nye reduktionstiltag, der kan reducere restudledningerne fra landbrug og arealanvendelse. Indsatsen kan fremover understøttes gennem stærkere økonomiske incitamenter og øgede investeringer i forskning og udvikling.
- Klimarådet anbefaler, at regeringen arbejder for en ambitiøs og omkostningseffektiv fælles regulering i EU af udledninger fra landbrug og arealanvendelse.
- Klimarådet anbefaler, at Danmark bedre udnytter mulighederne for at understøtte klimatiltag gennem EU's landbrugsstøtte. Dette kan fx være særligt relevant for udtagning af lavbundsarealer.
- Klimarådet anbefaler, at der implementeres virkemidler, der medvirker til at normalisere klimavenlig kost, herunder at stat, regioner og kommuner sætter mål om, at de offentlige køkkener serverer klimavenlig mad. Målsætningen om klimavenlig kost i offentlige køkkener bør baseres på de danske kostråd, fordi kostrådene er et godt pejlemærke for klimavenlig mad frem mod 2030.

Danmark har store udledninger fra landbruget

Der er betydelige udledninger fra landbruget både fra husdyrproduktionen og fra landbrugets arealer. I 2019 var udledningerne 16 mio. ton CO₂e fra landbruget og dets arealanvendelse, hvilket udgjorde cirka en tredjedel af Danmarks samlede udledninger. I 2030 forventes denne andel at stige til op mod 40 pct., når de forventede reduktioner fra landbrugsaftalens vedtagne virkemidler er regnet med. Dermed vil landbruget stadig være den sektor i Danmark, der udleder mest i 2030. Dette er nærmere beskrevet i kapitel 5.

Der er to hovedargumenter for at gennemføre en langsigtet grøn omstilling af det danske fødevarer system. For det første kan det blive nødvendigt at reducere udledningerne fra landbrug og arealanvendelse, hvis de nationale klimamål i 2030 og senere i 2050 skal nås. Scenarierne i regeringens *Klimaprogram 2021* indikerer, at landbruget kan komme til at stå for over 80 pct. af restudledningerne i 2050, som beskrevet i kapitel 3. Behovet for kompenserende negative udledninger til at indfri klimamålene reduceres, hvis udledningerne fra landbrug og arealanvendelse begrænses mest muligt. En for ensidig satsning på negative udledninger kan vise sig at være både risikabel og dyr. For det andet bliver Danmarks reduktionsforpligtelse i de ikke-kvoteomfattede sektorer med al

sandsynlighed hævet i forbindelse med EU's kommende *Fit for 55*-pakke. Det vil øge behovet for reduktioner i disse sektorer, herunder landbruget, hvilket er uddybet i kapitel 4.

Herudover har Danmark indgået en international aftale om reduktion af metanudledningerne med 30 pct. i 2030, som omtalt i kapitel 2. Aftalen lægger et pres på reduktion af de danske metanudledninger, som primært kommer fra landbruget, selvom Danmark også kan bidrage til aftalen ved at hjælpe andre lande med at reducere deres metanudledninger.

Der er behov for klimapolitik på fødevareområdet

Landbrugets udledninger er i dag stort set uregulerede. I modsætning til andre sektorer betaler landbruget ikke en pris for hovedparten af sine udledninger af drivhusgasser. Det drejer sig specifikt om de ikke-energirelaterede udledninger af CO₂, metan og lattergas. Hvis landbrugs- og fødevareproduktionen skal bidrage yderligere til opfyldelse af det danske 2030-mål og sætte kurs mod 2050, kræver det derfor forstærket klimaregulering.

Klimarådet stiller i dette afsnit skarpt på klimapolitiske virkemidler rettet mod landbrugsproduktionen og fødevareforbruget. Afsnittet har tre nedslagspunkter. Afsnit 6.3.1 fokuserer på en afgift på udledningerne fra landbrug og arealanvendelse som led i opfyldelse af Danmarks nationale målsætninger. I afsnit 6.2.2 diskuteres det, hvordan EU's landbrugspolitik og fælles regulering i EU kan bidrage til at reducere udledningerne fra landbrug og arealanvendelse i Danmark. Endelig ser afsnit 6.3.3 på muligheden for at reducere klimaaftrykket fra fødevareforbruget i Danmark. Til slut perspektiveres til klimalovens guidende principper.

6.3.1 Afgift på udledninger fra landbrug og arealanvendelse

En afgift bør også dække landbrugets udledninger

Landbrugets udledninger bør omfattes af en generel drivhusgasafgift. Klimarådet anbefaler, at der indføres en afgift, som dækker alle Danmarks udledninger. Afgiften skal være af en anseelig størrelse, hvis den skal drive reduktioner, der bringer Danmark i nærheden af 70-procentsmålet. Dette er beskrevet i afsnit 6.2. Ingen sektorer bør undtages en sådan afgift, heller ikke landbruget.

Drivhusgasafgiften skal også omfatte udledningerne fra landbrug og arealanvendelse for at få en omkostningseffektiv opfyldelse af Danmarks klimamål. Eksempelvis viser modelberegninger fra De Økonomiske Råd, at den samfundsøkonomiske omkostning ved at indfri 70-procentsmålet mere end tredobles, hvis landbruget gives markante lempelser i en ellers ensartet drivhusgasafgift.³¹ Samtidig viser rådernes beregninger, at afgiftssatsen pålagt de øvrige brancher skal være mere end dobbelt så høj for at nå de 70 pct., hvis landbruget går fri.

Udarbejdelse af den konkrete afgiftsmodel kræver et grundigt forarbejde. Dette sker blandt andet i ekspertgruppen for en grøn skattereform, som i slutningen af 2022 skal komme med sin anden delrapport, hvor et hovedfokus forventes at være landbrugets udledninger. Men regeringen bør allerede nu annoncere, at den arbejder for en afgift på landbrugets udledninger, og hvilket niveau der sigtes efter.

En afgift omstiller og begrænser

En afgift gør klimabelastende landbrugsproduktion dyrere og tilskynder landbruget til at reducere dets udledninger. I afsnit 6.2.3 er det beskrevet, hvordan virksomheder kan reducere udledningerne ved enten at omstille produktionen eller reducere og ændre produktionen. For landbruget indebærer det, at udledningerne kan reduceres på følgende måder:

- **Teknisk omstilling.** Ved at tage nye teknologier i brug kan de samme landbrugsprodukter produceres på mindre udledningsintensive måder. Der findes i dag en række tiltag til at gøre landbrugsproduktionen mere klimavenlig for samtlige af hovedkilderne til drivhusgasudledninger i landbruget. Det gælder fx fodertilsætninger til kør, tiltag til gyllehåndtering, reduceret tilførsel af kvælstofgødning og vådlægning af kulstofrige lavbundsjord. Samtidig udvikles der blandt andet på nye fodertyper og staldtyper. Hvis klimaeffekterne af disse tiltag fratrækkes i afgiftsgrundlaget, kan bedrifterne anvende dem til at sænke afgiftsbelastningen.

- **Reduceret og ændret produktion.** En afgift gør landbrugets udledningsintensive produkter dyrere for forbrugeren, hvilket dæmper efterspørgslen efter disse. Dette gælder også for importerede varer, hvis afgiftsmodellen suppleres med en forbrugsafgift på klimabelastende fødevarer, som uddybes i 6.3.3. Hvis produktionen af udledningsintensive landbrugsprodukter som fx oksekød og mælk reduceres, sænkes udledningerne direkte. I det omfang færre dyr mindsker behovet for at producere foder på den danske landbrugsjord, kan arealerne i stedet anvendes til at dyrke plantebaserede fødevarer eller plante mere skov.

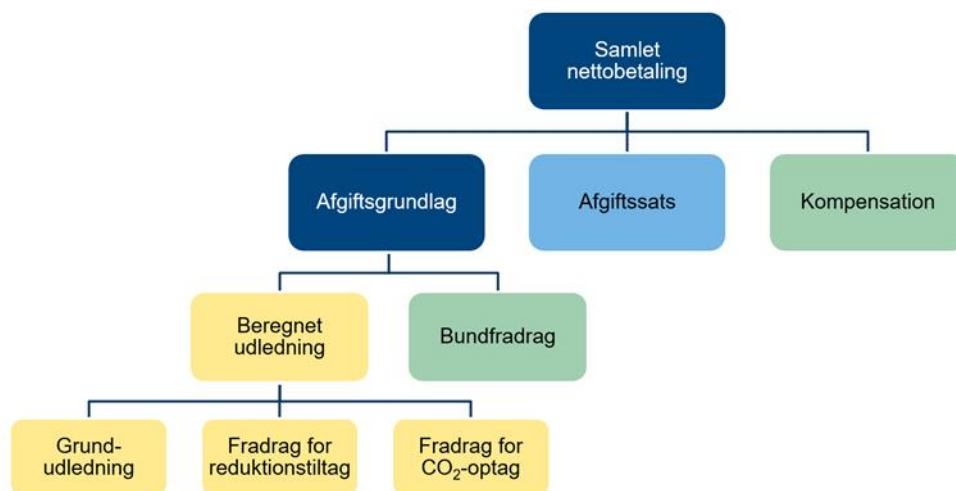
Omfanget af produktionsnedgangen som følge af en afgift vil afhænge af, hvilke teknologiske omstillingsmuligheder der er i landbruget, og hvad de koster. Hvis landbruget ikke kan omstille produktionen tilstrækkeligt, vil produktionen enten flytte til udlandet, eller også vil højere priser på klimabelastende fødevarer medføre en lavere efterspørgsel. I begge tilfælde vil den indenlandske produktion falde.

Alternativet til at indføre en afgift er at give et tilskud til bestemte klimavenlige teknologier. Et tilskud vil dog fjerne incitamentet til at reducere produktionen af klimabelastende landbrugsprodukter, hvilket netop er et vigtigt element i en omkostningseffektiv opfyldelse af Danmarks klimamål. En ren tilskudsmodel vil, modsat en afgiftsmodel, gøre landbrugets produkter billigere og derigennem øge det samlede forbrug af landbrugsprodukter. Yderligere er en tilskudsmodel dyrere for statskassen, og finansiering af støtten fører generelt til forvriddningstab i samfundsøkonomien.

En afgift bør dog ikke stå alene i reguleringen af landbruget. Det er vigtigt at anlægge et helhedsperspektiv. Man bør særligt være opmærksom på, om klimareguleringen kan føre til, at landmændene tager tiltag i brug, der har negative konsekvenser for fx miljø, dyrevelfærd og biodiversitet. Hvis dette er tilfældet, kan der være behov for supplerende regulering, som tager hånd om disse effekter.

Afgiftsmodellen bør indeholde flere elementer

En afgiftsmodel for landbruget bør indeholde flere forskellige komponenter. Disse er illustreret i figur 6.5. Afgiftsmodellen er yderligere beskrevet matematisk i boks 6.2. Klimarådet giver i denne rapport ikke et færdigt bud på, hvordan en afgiftsmodel for landbruget bør se ud, men skitserer de vigtigste elementer, som den bør indeholde.



Figur 6.5 Oversigt over komponenter i et afgiftssystem for landbruget

Kilde: Klimarådet.

En afgiftsbetaling kan baseres på en beregnet udledning, som udgøres af tre komponenter. For det første skal der estimeres en grundudledning fra bedriften på baggrund af aktivitetsdata, som fx antallet af køer. For det andet kan der gives nedslag i afgiften, hvis den enkelte bedrift benytter tiltag, som kan reducere udledningerne. Det kan fx være fodertilsætningsstoffer til køer.

For det tredje bør der være et nedslag i afgiften for bedriftens optag af CO₂, fx igennem øget træplantning eller nedpløjning af biokul. For nogle typer optag kan der dog være udfordringer med at måle optaget præcist nok til at kunne lade det indgå i afgiftsgrundlaget.

Der kan være belæg for at afhjælpe landmændene for noget af afgiftsbetalingen med afsæt i klimalovens guidende principper. Her skal omtales to typer afhjælpning. For det første kan der gives et bundfradrag i afgiftsbetalingen for at modvirke uønskede effekter ved produktionsnedgang som fx lækage til udlandet. For det andet kan der gives kompensation til landmændene fx for at modvirke konsekvenser for landmændene ved faldende jordpriser, som potentielt kan føre til teknisk insolvens og dermed skabe udfordringer for bedriftenes fortsatte finansiering. I sidste ende er det et politisk valg, hvor meget man vil kompensere erhvervet. Jo mere man benytter disse fradrag og kompensationstiltag, jo dyrere bliver det at opfylde Danmarks klimamål.

Boks 6.2 Formel beskrivelse af den samlede afgiftsbetaling

En bedrifts samlede nettobetaling ved en afgiftsmodel kan udtrykkes med følgende ligning:

$$\text{Samlet nettobetaling} = t \cdot (BU - BF) - K$$

- t er den generelle afgiftssats i samfundet, der som udgangspunkt skal være ens på tværs af sektorer.
- BU er den beregnede udledning fra bedriften.
- BF er et bundfradrag, som angiver en udledning, der ikke skal betales afgift for.
- K er kompensation, som kan gives til landmanden ud over bundfradraget for at kompensere for andre uønskede effekter.

Dermed angiver differencen $BU - BF$ det afgiftsgrundlag, som den samlede afgift beregnes ud fra. Den beregnede udledning (BU) udgøres af tre elementer:

$$BU = GU - RT - OP$$

- GU definerer grundudledningen, som typisk opgøres ved brug af aktivitetsdata (fx antallet af køer) ganget med en emissionsfaktor (fx den gennemsnitlige udledning pr. ko).
- RT definerer klimaeffekten af reduktionstiltag, som landmanden har taget i anvendelse. Denne opgøres som den forventede udledningsreduktion for hele bedriften. Eksempelvis vil effekten af fodertilsætning til køer måles som den forventede reduktion pr. ko ganget med antallet af køer, der får tilsætningen.
- OP definerer det optag af drivhusgasser, som bedriftens jorder har.

Klimarådet har tidligere anbefalet, at bundfradraget afhænger af bedriftens produktionsomfang. Det produktionsafhængige bundfradrag (BF) består af to elementer:

$$BF = Q \cdot e$$

- Q er produktionsmængden for hver konkret fødevarer, fx liter mælk eller kg oksekød.
- e er en faktor, der definerer bundfradragets størrelse ved at tildele en afgiftsfri udledning pr. produktionsenhed.

Størrelsen af e er i sidste ende et politisk valg baseret på en afvejning af omkostningseffektivitet over for andre guidende principper som lækage og beskæftigelse. Hvis der lægges særlig vægt på lækage, kan e fastsættes som udledningen pr. produktionsenhed i udlandet ganget med lækageraten.

I resten af afsnit 6.3.1. diskuteres de enkelte elementer i afgiftsmodellen. Først fokuseres der på de gule kasser i figur 6.5, der indgår i den beregnede udledning, og herefter beskrives mulighederne for fradrag og kompensation i de grønne kasser.

En afgift må baseres på en beregnet grundudledning

Det er på nuværende tidspunkt ikke økonomisk realistisk at måle mange af de fysiske udledninger fra den enkelte bedrift direkte. For eksempel er det i dag meget dyrt at måle den fysiske metanudledning, som kommer ud af en malkeko, blandt andet fordi kvægstalde er åbne, og fordi nogle køer går udenfor på græs.

Indtil direkte målinger er praktisk tilgængelige, må en afgift baseres på en beregnet grundudledning, der bygger på en række målbare aktivitetsdata og på emissionsfaktorer, der oversætter aktiviteten til CO₂e. Fx kan udledningen fra lavbundsjorder beregnes ud fra mængden af lavbundsjorder målt i hektar som aktivitetsdata og en estimeret udledning pr. hektar lavbundsjord som emissionsfaktor. Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet har igangsat et udredningsarbejde, som skal forbedre de anvendte emissionsfaktorer for disse jorder.³² Arbejdet forventes færdigt ultimo 2023.³³

Tilgangen med aktivitetsdata og emissionsfaktorer anvendes allerede til opgørelse af det nationale klimaregnskab og i rapporteringen af Danmarks drivhusgasudledninger til FN. Som eksempel kan nævnes, at udledningen af metan fra fordøjelsesprocessen i drøvtyggere bestemmes som energiindholdet i det tilførte foder ganget med en metanomdannelsesfaktor. Den gennemsnitlige faktor for danske malkekøer er bestemt ved forsøg på Aarhus Universitet og dækker over en vis spredning, som både er genetisk betinget og skyldes forskellig fodring. Da det ikke vil være muligt at indhente præcise oplysninger om energiindholdet i alt foder til drøvtyggere i Danmark, lægges en standard foderplan udarbejdet af landbrugets forskningscenter, SEGES, til grund ved beregning af de samlede udledninger fra fordøjelsesprocesser. Et andet eksempel er udledningen af lattergas, som bestemmes med udgangspunkt i den mængde kvælstof, som tilføres markerne. Tilgangen er ikke unik for landbruget, faktisk anvendes den også på energiområdet, hvor udledningen fra den enkelte skorsten eller det enkelte udstødningsrør ikke måles direkte. Udledningen opgøres i stedet som forbruget af kul, olie eller gas ganget med internationale emissionsfaktorer.

Den beregnede udledning vil til en vis grad afvige fra den reelle, fysiske udledning. For et kulkraftværk eller en benzinbil er denne afvigelse forholdsvis lille, og den vil være større for en landbrugsbedrift, da de biologiske processer her afhænger af mange flere faktorer, fx landbrugspraksis på den enkelte bedrift. Selvom der er en afvigelse mellem den reelle udledning og afgiftsgrundlaget i form af grundudledningen, kan afgiftsgrundlaget stadig opgøres på en entydig og objektiv vis. Det har Klimarådet tidligere demonstreret i analysen *Effektive veje til drivhusgasreduktion i landbruget* fra 2016. Hvis afvigelsen ikke er systematisk skæv, vil det også virke som et tilstrækkeligt incitament. Men hvis der er risiko for skævhed, gælder det, at jo mindre afvigelsen er, jo bedre er afgiften til at tilskynde til reelle klimaforbedringer i landbruget.

I beregning af grundudledningen må man afveje forskellige typer aktivitetsdata som fx antal dyr eller produceret enhed. Her er et vigtigt element, hvilke tilskyndelser afgiften giver den enkelte landmand til at reducere udledningerne. Den valgte type aktivitetsdata skal i så stor udstrækning som muligt være korreleret med udledningerne. Men selv relativt grove aktivitetsdata kan give fornuftige incitamenter. I eksemplet med drøvtyggere kan bedrifterne umiddelbart kun reducere deres beregnede udledninger og afgiftsbelastning ved at mindske antallet af køer, hvis afgiften beregnes ud fra standardfaktorer. Men den beregnede udledning og dermed afgift pr. kg mælk vil være højere for køer med lav mælkeydelse end for højtydende køer, som generelt har lavere metanudledning pr. kg mælk end lavtydende køer.³⁴ Derved vil den skitserede beregningsmodel favorisere bedrifter med højtydende køer med lave udledninger pr. kg. mælk, og landmanden kan reducere afgiftsbetalingen ved at forbedre mælkeydelsen.

Det er centralt, at alle relevante og mulige tiltag for reduktioner så vidt muligt kan inddrages ved beregning af udledningen. I eksemplet med drøvtyggere gælder det fx den nævnte forbedring af mælkeydelsen og fodertilsætning, der reducerer metanudledningen. På den måde får landmanden muligheden for at reducere sin afgiftsbetaling på andre måder end ved blot at sænke aktiviteten. Dette beskrives senere i afsnittet.

En afgift kræver oplysninger om en række data

Afgiftsgrundlaget vil som nævnt skulle beregnes ud fra en række aktivitetsdata. Det kan fx være antal køer, oplysninger om staldtype, foder og antal hektar jord. Nogle af disse data findes i offentlige registre, andre rapporterer landmanden allerede i andre sammenhænge, mens andre igen vil skulle rapporteres for første gang. Klimarådet har i sin analyse fra 2016 vist, at den administrative byrde for landmanden herved ikke er uoverstigelig. Senere har SEGES i samarbejde med Økologisk Landsforening og med opdrag fra Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri udviklet et digitalt værktøj til at beregne en bedrifts klimaaftryk.³⁵ Værktøjet inkluderer nødvendige standard-emissionsfaktorer og trækker automatisk data fra offentlige kilder og bedriftenes gødningsregnskaber. Derved begrænses den administrative byrde for bedrifterne væsentligt.

Hvis en bedrift afviger fra standardfaktorerne, skal landmanden som udgangspunkt selv rapportere dette. Det kan fx være, hvis der benyttes en anden foderplan, end den SEGES lægger til grund for de officielle indberetninger til FN. Der er en betydelig risiko ved selvrapportering. Det skyldes, at landmanden potentielt har en økonomisk interesse i at opgøre værdier for lavt for uretmæssigt at sænke sit afgiftsgrundlag. Denne risiko er langt fra enestående, og den ses også i personbeskatningen, hvor man i flere tilfælde selv skal indberette indkomst og fradrag. Her er løsningen at etablere statistiske sandsynlighedstjek af de indleverede regnskaber kombineret med stikprøvekontrol af en vis hyppighed, og samme tilgang vil også kunne anvendes med en afgift på landbruget. Et eksempel på en stikprøvekontrol er, at vådlægning af kulstofrige lavbundsjord kan kontrolleres fra satellitter, som allerede anvendes i relation til EU's arealstøtte. Tilsvarende kan EU-satellitter formentlig kontrollere koncentrationer, men ikke mængder, af metan og lattergas i udledninger fra landbrugsbedrifter.

Effekten og de administrative omkostninger ved kontrol bør dog nøje afvejes. Hvis der er usikkerhed omkring data, kan der tages højde for disse usikkerheder ved at basere beskatningen på mere forsigtige skøn af aktivitetsdata og dermed minimere risikoen for overbeskatning. Det kan fx være størrelsen af et lavbundsareal og andelen af arealet, der tilhører en bestemt landmand. Hvis der er usikkerhed om den præcise andel af lavbundsjord, som hører til den enkelte bedrift, kan afgiftsgrundlaget justeres for at tage hensyn til denne usikkerhed.

En afgift kan indføres i flere tempi

Der kan være udfordringer med at lave en beregnet udledning for alle udledningskategorier på kort sigt. Landbrugets udledninger er mangeartede, og der er forskel på, hvor svært det er at lave en beregnet udledning, som kan danne grundlag for en afgift. Det afhænger blandt andet af, hvor præcist man kan opgøre udledningerne. Fx er der relativ stor sikkerhed omkring effekten af at reducere mængden af fossilt brændstof i landbruget, mens det er mere udfordrende at beregne en præcis emissionsfaktor fra at reducere forbruget af kvælstofgødning på forskellige jordtyper. De præcisionsmæssige udfordringer med at lægge en afgift på større dele af landbrugets udledninger er dog næppe uoverstigelige.

Den langsigtede ambition bør være at udvikle et bedriftsregnskab, som fyldestgørende opgør alle udledningerne fra den enkelte landbrugsbedrift. I den forbindelse har regeringen nedsat en ekspertgruppe i regi af *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug 2021*, som skal beskrive den nødvendige forskningsindsats for bedriftsregnskaber, der kan understøtte den fremtidige regulering af landbrugets udledninger. Ekspertgruppen blev nedsat i januar 2022, og den kan bygge videre på det tidligere arbejde om bedriftsregnskaber udført af Klimarådet og af SEGES i samarbejde med Økologisk Landsforening.³⁶

Når bedriftsregnskaberne er færdigudviklede, kan de danne grundlag for en afgift på samtlige af landbrugets udledninger. Men afgiftspålægning på dele af landbrugets udledninger bør ikke afvente et fuldt udviklet bedriftsregnskab for alle udledninger. Klimarådet anbefaler derfor, at regeringen starter med at afgiftspålægge de dele af landbrugets udledninger, hvor det relativt nemt kan lade sig gøre. Det bør som minimum være at hæve de nuværende CO₂-afgifter på landbrugets udledninger fra fossile brændsler, så de i højere grad er sidestillet med de øvrige sektorer. Klimarådet vurderer dog også, at det er muligt forholdsvis hurtigt at lave en beregning af grundudledningen for andre udledninger. Man bør undervejs i indfasningen have øje for, at den gradvise inkludering i afgiften ikke fører til ulige konkurrencevilkår mellem forskellige grene af landbrugsproduktionen og dermed giver skævvredne incitamenter. En annoncering af en ensartet afgift på alle udledninger vil dog være med til at mindske sådanne potentielle skævvridende incitamenter.

Der bør gives fradrag for veldokumenterede klimatiltag og løbende udvikles nye tiltag

Afgiftsmodellen i figur 6.5 giver mulighed for at reducere den beregnede udledning i forhold til grundudledningen. Hvis afgiften skal tilskynde til at benytte et bestemt reduktionstiltag, skal dette tiltag give nedslag i afgiftsgrundlaget. Dermed betaler landmanden en mindre samlet afgift, når udledningerne reduceres. Eksempelvis kan der for køer gives fradrag på baggrund af fodertilsætning, fx det nye stof Bovaer, som angiveligt kan reducere metanudledninger med op til 30 pct. for malkekvæg og 90 pct. for kødkvæg.³⁷

Klimaeffekten af reduktionstiltag bør være veldokumenteret. Der er især to grunde til at sikre en bedre dokumentation af klimaeffekten af reduktionstiltag. For det første er der behov for størst mulig sikkerhed for, at klimatiltagene leverer den forventede udledningsreduktion. Ellers risikerer landmændene at indføre tiltag, som ikke bidrager til at begrænse den globale opvarmning. For det andet bør der i videst muligt omfang være overensstemmelse mellem metoden til at opgøre Danmarks udledninger og den beregnede klimaeffekt af forskellige reduktionstiltag, som bruges til regulering. Det vil ikke hjælpe til at opfylde Danmarks nationale klimamål og internationale forpligtelser, hvis landbruget får incitament til at indføre reduktionstiltag, som ikke er dokumenteret tilstrækkeligt til at indgå i Danmarks udledningsregnskab.

Det er ikke alle tiltag, som i dag er tilstrækkeligt dokumenteret. Et eksempel på den manglende dokumentation er, at klimaeffekten af gyllekøling og forsuring af gylle ikke tæller med i opgørelsen af Danmarks udledninger.³⁸ Udeladelsen fra de nationale opgørelser skyldes en kombination af mangel på viden om, hvor der reelt er implementeret miljøteknologier i staldene, og sikkerhed omkring den reelle reduktionseffekt. Nye reduktionstiltag vil heller ikke automatisk indgå i de nationale opgørelser. Det kan blandt andet gælde for tiltaget om at øge fedtandelen i foder til malkekvæg, der indgår i *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug 2021*. Klimaeffekten af tiltaget er endnu ikke belyst i tilstrækkelig grad til at sikre, at effekten kan indgå i de nationale opgørelser.

Klimarådet anbefaler, at det prioriteres højt at udvikle nye reduktionstiltag, som kan reducere udledningerne fra landbrug og arealanvendelse. I andre lande investeres der allerede kraftigt i teknologiudvikling i landbrug, som fx i Holland, hvor man de næste 10-15 år vil investere store beløb i en markant omstilling af landbrugssektoren.³⁹ Hvis Danmark ikke også følger denne udvikling, er der risiko for, at den danske landbrugsproduktion falder bagud. Udvikling af reduktionstiltag kan understøttes gennem betydelige forsknings- og udviklingsinvesteringer og gennem økonomiske incitament. Dette er uddybet i boks 6.3.

Boks 6.3 Behov for forskning og stærkere incitament til udvikling af reduktionstiltag i landbruget

Landbrugets udledninger forventes at udgøre størstedelen af restudledningerne i 2050. Restudledninger udgør et problem, fordi der kan være udfordringer med at kompensere disse udledninger med en tilsvarende kulstoflagring. Derfor er det vigtigt at prioritere indsatsen for at udvikle nye reduktionstiltag, som kan reducere udledningerne fra landbrug og arealanvendelse samt incitament til at implementere tiltagene. En hvidbog udgivet af knap 300 forskere i sommeren 2021 vurderer, at der er mange muligheder for reduktioner, men at de kræver betydelige forsknings- og udviklingsinvesteringer at realisere.⁴⁰

Private investeringer i reduktionsteknologi vil øges, hvis incitamentet til at reducere udledningerne bliver større. En større gevinst for den enkelte landmand af at reducere udledningerne vil øge efterspørgslen efter disse teknologier. Klimarådets skitserede afgiftsmodel vil give incitament til forskning og udvikling, eftersom landmændene kan få nedslag i afgiftsgrundlaget, hvis de implementerer teknologi, som har en dokumenteret klimaeffekt. Der er dog også i landbruget mange ikke markedsomsatte sideeffekter, fx dyrevelfærd, vandkvalitet og miljø mere generelt, som man er nødt til at have for øje i forskningsindsatsen.

Grundet manglende klimaregulering af landbruget har privat udvikling af reduktionsteknologier været meget begrænset hidtil. Derfor kan der også være behov for at fokusere flere offentlige midler til forskning i reduktionsteknologier. Yderligere ses det, at en del teknologier udvikles men ikke implementeres. Der er derfor også et behov for at se på forskning heri. Der blev første gang etableret et klimaforskningsprogram for landbruget i 2019.⁴¹ Programmet har en bevilling på 90 mio. kr. over tre år.

Med *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug* i 2021 er der afsat yderligere godt 1 mia. kr. til diverse udviklingsaktiviteter i landbruget frem mod 2030. Midlerne skal fx gå til en ny plantefond, til udvikling af brun bioraffinering såsom pyrolyse, til forskning i gyllehåndtering og til videreudvikling af en ny bedriftsmodel. Der er dog kun få midler til reduktion af udledninger fra animalsk produktion. Og set i forhold til landbrugets andel af drivhusgasudledningerne er de offentlige midler til klimaforskning på landbrugsområdet lave. Energiområdet har fx modtaget offentlige tilskud på over 8 mia. kr. de sidste 10 år.⁴²

Optag af kulstof bør, i hvert fald på længere sigt, give fradrag i afgiften

Afgiften bør lægges på landbrugets nettoudledninger. En konsekvens heraf er, at bedriftens optag af CO₂ skal modregnes udledningerne, når den beregnede udledning estimeres. Optag kan fx ske via øget kulstofoptag i jorden, træplantning eller nedpløjning af biokul fra pyrolyse.

For nogle typer optag kan der ligesom for grundudledningen være udfordringer med at måle optaget præcist nok til at kunne lade det indgå i afgiftsgrundlaget. Det kan tale for at udelade disse typer optag i de beregnede udledninger i afgiftsmodellens første faser og inkludere dem i afgiftsgrundlaget senere, når der er tilstrækkelig dokumentation.

Bundfradrag i afgiften kan modvirke uønskede effekter ved produktionsnedgang

Afgiftsmodellen giver mulighed for at give et bundfradrag i afgiftsbetalingen. En nedgang i produktionen kan føre til potentielt uønskede effekter i henhold til klimalovens guidende principper, fx kulstoflækage eller beskæftigelsesnedgang i landbrugs- og fødevarerhvervene. Derudover kan der være et politisk ønske om at tage hensyn til, at forbrugere i Danmark kan købe dansk producerede varer. Et bundfradrag i afgiftsbetalingen er én måde at modvirke disse effekter. Konsekvenserne for de guidende principper ved en afgift på landbrugets udledninger er yderligere beskrevet i boks 6.4.

Et bundfradrag kan udformes på forskellige måder. Klimarådet har beskrevet et såkaldt produktionsafhængigt bundfradrag i sin rapport fra 2020, *Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion*.⁴³ Dette fradrag svarer reelt til et produktionstilskud, som modregnes i afgiftsbetalingen. Tanken med fradraget er at forhindre eller begrænse produktionsnedgang i landbruget, samtidig med at afgiftens incitament til produktionsomstilling så vidt muligt bevares.

Et produktionsafhængigt bundfradrag kræver, at man kan definere produktionsmængden af forskellige produkter relativt entydigt. Det skyldes, at fradraget gives pr. produceret enhed af den givne vare. Afsnit 6.2.5 diskuterer, om dette kan lade sig gøre rent administrativt i en generel model for alle sektorer. Klimarådet vurderer dog, at de administrative barrierer er nogenlunde små på landbrugsområdet, fordi landbrugsråvarer er relativt homogene produkter. I det animalske landbrug kan bundfradraget baseres på mængden af kød og mælk leveret til slagterier og mejerier. Et større antal bedrifter opfoster og videresælger smågrise, kyllinger og ænder. Her kan bundfradraget formentlig beregnes pr. levende, solgte smågris, kylling og and. De rene planteavlsbedrifter producerer og videresælger en lang række forskellige produkter, der næppe meningsfuldt kan samles på én formel. Derfor må et bundfradrag for planteavl måske beregnes pr. hektar jord, hvis udbyttet fordelt på afgrøder ikke entydigt kan opgøres.

Et bundfradrag har dog også omkostninger. Et fradrag vil reducere omkostningseffektiviteten af en dansk afgift og dermed gøre det dyrere at nå de danske klimamål. Samtidig vil det kræve en højere afgift på andre udledninger for at nå målet. Dette er beskrevet nærmere i afsnit 6.2.

Kompensation kan modvirke andre uønskede effekter

Der kan være uønskede effekter, som bedre håndteres igennem andre former for kompensation end et bundfradrag. I boks 6.4 skitseres sådanne effekter på blandt andet beskæftigelse og erhvervet, som der politisk kan være et ønske om at tage hånd om. En afgift vil reducere afkastet fra landbrugsproduktionen, og det må i nogen grad forventes at føre til reducerede jordpriser. Det kan være en udfordring for den enkelte landmand, og det kan også være et problem for de banker, som har en stor del af deres udlån til landmænd. Mange landbrugsbedrifter har i dag en stor gæld blandt andet som følge af store investeringer i landbrugsjord.

Bundfradrag er ikke nødvendigvis den bedste måde at modgå disse effekter på, da fradraget primært har til formål at opretholde den nuværende produktion. Hvis man i stedet accepterer en produktionsnedgang, men samtidig ønsker at kompensere landmændene for de omkostninger og negative konsekvenser, de måtte opleve ved en væsentlig klimaregulering, kan det bedre gøres ved en anden form for compensation. Man kan fx give en engangskompensation for et fald i jordpriserne, når jorden skal sælges.

Boks 6.4 Effekter på udvalgte guidende principper i klimaloven af en drivhusgasafgift i landbruget

Omkostningseffektivitet

En ensartet afgift på drivhusgasser vil understøtte en omkostningseffektiv opnåelse af de danske klimamål. En afgift pålagt drivhusgasudledninger fra landbrug og arealanvendelse vil dermed understøtte klimalovens guidende princip om omkostningseffektivitet. Beregninger fra De Økonomiske Råd viser, at opnåelse af 70-procentsmålet vil blive omtrent tre gange dyrere, hvis landbruget fritages for en afgift.⁴⁴

Kulstoflækage

Hvis en afgift reducerer produktionen af visse landbrugsprodukter, er der risiko for kulstoflækage. Det vil sige, at udledningen flytter til udlandet. Det Miljøøkonomiske Råd estimerede i 2021, at denne lækageeffekt er cirka 35 pct. for en afgift på 1.200 kr. pr. ton CO₂e.⁴⁵ Det betyder, at hvis en afgift reducerer dansk landbrugs udledninger med ét ton, så stiger de i udlandet med 0,35 ton. Men som beskrevet i afsnit 4.3, kan de nye regler i EU's *Fit for 55*-pakke betyde, at risikoen for lækage mindskes. Fælleseuropæisk klimaregulering af landbrugsområdet vil også kunne begrænse mulighederne for, at danske udledninger flytter til andre EU-lande. Det beskrives i afsnit 6.3.2. Derudover kan kulstoflækage afhjælpes ved det skitserede bundfradrag.

Beskæftigelse og erhvervsliv

En markant afgift på landbruget kan føre til en betydelig nedgang i beskæftigelsen i særligt det animalske landbrug. Dog forventes mange af de mennesker, der mister deres arbejde at kunne finde nye jobs andre steder i landbruget eller i andre sektorer. De Økonomiske Råd har estimeret et 25 pct. fald i det samlede landbrugs beskæftigelse, svarende til 11.000 fuldtidsstillinger, ved en afgift på 1.200 kr. uden bundfradrag eller andre kompenserende tiltag.⁴⁶ Dertil kommer 3.600 forventede mistede årsværk i fødevarerindustrien. Dette fald modsvares af øget beskæftigelse i andre erhverv, men disse nye stillinger vil typisk kræve andre kvalifikationer end de tabte. Derfor er der en reel risiko for, at en række beskæftigede i landbruget vil have svært ved at finde nye jobs. Beskæftigelsesfaldet kan modvirkes af bundfradraget på samme måde som med kulstoflækagen.

Social balance og sammenhængskraft

Der vil være en betydelig geografisk skævhed i tabte og nye jobs ved en afgift. Beskæftigelsesfaldet vil være størst i Vestjylland, mens de nye jobs i højere grad forventes at opstå i byerne. Der er således en risiko for, at landdistrikterne vil opleve reduceret vækst sammenlignet med andre dele af landet.⁴⁷

Foregangsland

Ambitionen om at være foregangsland er vanskelig at bruge som objektivi princip for klimainsatsen. Man kan dog argumentere for, at Danmark vil være et foregangsland, hvis vi som et af de første lande i verden indfører en bred afgift på udledningerne fra landbrug og arealanvendelse. Udfordringen med kulstoflækage og dansk produktionsnedgang skyldes i høj grad, at andre lande ikke har regulering af landbrugets udledninger. Danmark kan gå forrest ved at vise, at det teknisk kan lade sig gøre at indføre en afgift på udledningerne fra landbrug og arealanvendelse, og vi kan på den måde være med til at trække andre lande i samme retning.

6.3.2 Fælles regulering i EU og EU's landbrugsstøtte

Regeringen bør arbejde for fælles regulering af landbrugets udledninger i EU

Landbrugets udledninger er en del af ikke-kvotesektoren, hvor medlemslandene selv skal opfylde nationale reduktionsforpligtelser givet fra EU. I modsætning til andre udledninger omfattet af ikke-kvotesektoren, som fx transportsektoren, har EU ingen fælles regulering af landbruget, og EU-Kommissionens seneste forslag til en klima- og energipakke, *Fit for 55*-pakken, ændrer ikke på det. Det er beskrevet i kapitel 4. Efter 2030 foreslår EU-kommissionen, at der etableres en fælles landsektor for landbrug og LULUCF, men også her fastholdes regulering via nationale reduktionsmål.

Andre EU-lande har mindre incitament til at reducere udledningerne fra landbruget end Danmark. Det skyldes, at Danmark forventeligt får en af de højeste nationale reduktionsforpligtelser for ikke-kvotesektoren i perioden 2021-2030, og at landbruget i Danmark står for omkring 40 pct. af ikke-kvotesektorens udledninger. For mange andre EU-lande er landbrugets andel mindre og reduktionsforpligtelsen væsentligt lavere. Forpligtelsen kan derfor i andre lande opfyldes med et begrænset fokus på udledningerne fra landbruget.

Nationalt baseret regulering kan have konsekvenser for Danmark. Hvis dansk klimaregulering af landbruget gør produktionen dyrere, er der risiko for tab af konkurrenceevne og udflytning af dansk landbrugsproduktion. Som nævnt i afsnit 6.3.1 kan dette i nogen grad modvirkes ved at give et bundfradrag i den nationale afgift på landbrugets udledninger. Dette øger dog den samfundsøkonomiske omkostning ved at nå de danske reduktionsmål og -forpligtelser. Samtidig kan fraværet af en fælles EU-regulering medføre, at reduktionsindsatsen i landbruget bliver mindre i alle EU-landene af frygt for tab af konkurrenceevne. Omvendt kan fælles EU-regulering af landbruget være med til at udvikle nye reduktionsteknologier til gavn for alle EU-lande.

Klimarådet anbefaler, at regeringen arbejder for en ambitiøs og omkostningseffektiv fælles regulering i EU af udledninger fra landbrug og arealanvendelse. En fælles regulering vil give Danmark bedre muligheder for at reducere udledningerne fra den danske landbrugssektor og mindske risikoen for produktionsnedgang og tab af arbejdspladser. Samtidig kan fælles EU-regulering bidrage til at skabe en større efterspørgsel efter nye reduktionsteknologier på landbrugsområdet.

Fælles EU-regulering bør optimalt set baseres på et prissignal

Der er flere forskellige muligheder for en fælles regulering i EU. Ideelt set bør udledningerne fra landbrug og arealanvendelse pålægges samme betaling for udledninger som i andre sektorer for at opnå så omkostningseffektiv en reduktionsindsats som muligt. Dette kan fx ske ved at inkludere udledningerne i det nye kvotesystem for vejtransport og bygninger, som EU-kommissionen har foreslået som en del af *Fit for 55*-pakken. Det nye kvotesystem er nærmere beskrevet i afsnit 4.1.

En betaling for udledninger fra landbrug og arealanvendelse vil kræve en objektiv opgørelse af disse. Som diskuteret i afsnit 6.3.1 er dette muligt, men dog ikke helt enkelt. Udfordringerne med at opgøre udledningerne kan muligvis være større i andre medlemslande end i Danmark på grund af mangel på pålidelige data. På kort sigt kan der derfor være udfordringer med at inkludere alle udledningerne i EU's nye kvotesystem. Men det bør ikke stå i vejen for, at udledninger, som er nemmere at opgøre, omfattes af et fælles prissignal på den korte bane. Dette kan fx gælde for landbrugets forbrug af fossile brændstoffer, som uden problemer kan indgå i det foreslåede kvotesystem for bygninger og transport. Ambitionen bør dog på sigt være, at alle udledninger fra landbrug og arealanvendelse omfattes af EU's nye kvotesystem eller pålægges en fælles afgift.

Fælles EU-krav kan virke på den korte bane

Indtil der kan vedtages fælles økonomiske styringsmidler for landbrugets udledninger i EU, kan en foreløbig løsning være fælles minimumsregler for reduktionsindsatsen. Fælles EU-krav er gennemført for andre miljøskadelige udledninger fra landbruget, som også er biologisk betingede og har lignende måleproblemer som fx ammoniak fra husdyrbrug og kvælstofudledninger fra marker. På disse områder har der gennem en del år været fælles EU-reduktionskrav i *Direktiv om nedbringelse af nationale emissioner af visse luftforurenende stoffer*, *Direktiv om industrielle emissioner*, *Nitratdirektivet* og *Vandrammedirektivet*.⁴⁸ Under direktivet om industrielle emissioner er der indført krav om, at medlemslandene på nogle områder skal anvende den bedste tilgængelige teknologi (BAT), når de søger om miljøgodkendelse af deres industrielle anlæg, herunder også landbrugsanlæg. Det gælder fx for ammoniak og kvælstof, som er nærmere beskrevet i boks 6.5. Sådanne krav findes dog ikke for landbrugets drivhusgasudledninger.

Boks 6.5 BAT-regulering af landbrugets miljøskadelige udledninger fra animalsk produktion

En række miljøskadelige udledninger fra animalsk produktion i landbruget er omfattet af fælles EU-regulering i kraft af direktivet om industrielle emissioner. Under direktivet er der blandt andet udarbejdet en oversigt over Best Available Techniques (BAT) for begrænsning af udledninger af ammoniak, kvælstof, fosfor, lugt med videre.⁴⁹ Kun nogle af disse BAT er juridisk bindende, andre har mere vejledende karakter. Grundprincippet er, at virksomheder skal bruge vedtagne BAT i forbindelse med ansøgninger om miljøgodkendelse både ved nye anlæg og ved de regelmæssige fornyelser af anlæggenes miljøgodkendelser.

BAT-systemet giver mulighed for at tilpasse miljøreguleringen til de enkelte virksomheder og brancher, samtidig med at de sikrer nogenlunde ensartede krav til alle virksomheder i den pågældende branche. Det kan dog tage relativt lang tid at udarbejde BAT, og implementeringen må derefter ofte afvente fornyelser af miljøgodkendelser.

Eksempelvis indeholder husdyrbekendtgørelsen BAT-regler for ammoniak.⁵⁰ Det betyder, at husdyrbrugets samlede ammoniakemission ikke må overskride niveauet for den bedste tilgængelige teknik for den pågældende dyretype/staldsystem. I vejledningen gives et eksempel: Et husdyrbrug med slagtesvineproduktion ansøger om etablering af en ny stald på 1.800 m² til slagtesvin på delvist spaltegulv og en ny gyllebeholder på 1.500 m². På husdyrbruget er der i forvejen to slagtesvinestalde på henholdsvis 400 m² og 800 m² med drænet gulv samt en gyllebeholder på 500 m². BAT-kravet indebærer, at husdyrbrugets samlede ammoniakemission inklusive det ansøgte ikke må overstige 5.394 kg NH₃-N pr. år. Eksemplet viser, at BAT-kravet kan opfyldes, hvis husdyrbruget overdækker gyllebeholderne og indfører luftrensingsanlæg og gyllekøling. Hvis disse tiltag gennemføres, vil kravet være opfyldt, og anlægget vil kunne miljøgodkendes.

Klimarådet vurderer, at fælles minimumsregler for landbrugets drivhusgasudledninger er teknisk og administrativt mulige. Det skyldes hovedsageligt tre grunde. For det første er udledningerne koncentreret på kun fem kilder: energiforbrug (cirka 10 pct.), fordøjelsesprocesser (cirka 33 pct.), opbevaring af husdyrgødning (cirka 11 pct.), kvælstofomsætning på landbrugsjord (cirka 31 pct.) og kulstofrige lavbundsjord (cirka 11 pct.).⁵¹ For det andet foreligger der reduktionsmetoder for alle udledningskilder i landbruget. Det betyder, at der kan indføres fælles teknologiske minimumskrav for alle fem kilder, som giver reduktioner i landbruget. For det tredje vurderer Klimarådet, at det er muligt at etablere effektive incitamenter og regulering samt kontrol af indsatsen for alle kilder. I boks 6.6 gives en række eksempler på relevante reduktionsteknologier.

Fælles minimumsregler i EU ventes at kunne sameksistere med et dansk afgiftssystem for landbruget. Det skyldes, at de nævnte reguleringsteknologier kan indgå som fradragsmuligheder i et dansk afgiftssystem. Danmark kan desuden i EU arbejde for, at obligatorisk gennemførelse af bestemte reduktionstiltag i de enkelte bedrifter kan erstattes af en høj national afgift. Herved kan bedrifterne vælge at betale afgiften, hvis det er billigere eller mere ønskeligt end at anvende udvalgte reduktionstiltag fra en fælles liste. Boks 6.6 oplister en række mulige reduktionstiltag og reguleringsmetoder.

Boks 6.6 Eksempler på reduktionsteknikker og reguleringsmetoder i EU

Denne boks indeholder en række eksempler på mulige reduktionsteknikker og reguleringsmetoder på EU-niveau for de fleste af landbrugets udledninger. Andre reduktionsteknikker og reguleringsmetoder kan dog også overvejes. Listen skal i første omgang blot indikere, at det er muligt at etablere en fælles EU-regulering af landbrugets drivhusgasudledninger.

Der kan stilles fælles EU-krav om en kvantitativ begrænsning af udledningerne fra drøvtyggers fordøjelsesprocesser, husdyrgødning og kvælstofomsætning på marker. Reguleringen kan overlades til medlemslande og bedrifter at vælge specifik reduktionsmetode ud fra en fælles positivliste. Overholdelse kan kontrolleres ved en kombination af fakturakontrol, stikprøver eller eventuelt med egentlige målinger. I Holland overvejes fx opsætning af metanmålere i stalde, og EU-satellitter kan angiveligt spore høje koncentrationer af metanudslip fra individuelle stalde og biogasanlæg.

- **Udledninger fra drøvtyggerses fordøjelsesprocesser:** Et nyt tilsætningsstof til kvægfoder, Bovaer, er for nyligt godkendt af EU's enhed for fødevarer sikkerhed, men skal også godkendes af medlemslandene, inden det kan anvendes. Det kan angiveligt reducere malkekøers metanudledninger med 30 pct. og 90 pct. for kødkvæg.⁵² Der rapporteres om lignende eller højere effekter fra andre fodertilsætningsstoffer, som fx tang.⁵³ Der er dog observeret negative helbredseffekter for visse tangarter, og danske forskere leder stadig efter tangarter, som ikke skader køerne og samtidig har høj reduktionseffekt.
- **Udledninger fra opbevaring af husdyrgødning:** Danmark anvender allerede flere velafprøvede metoder til reduktion af udledningerne fra husdyrgødning: hyppig udslusning, overdækning af gylletanke, bioforgasning og forsuring. Et nyt tilsætningsstof til gylle, der kan reducere metanudledninger markant, er under udvikling på Syddansk Universitet.⁵⁴ Plasmapistoler kan angiveligt være lige så effektive til at ødelægge metanmolekyler.⁵⁵
- **Udledninger fra kvælstofomsætning på marker.** Udledningerne kan reduceres betydeligt gennem reduktion af kvælstoftilførslen. Nyere dansk forskning indikerer desuden, at udledningerne er koncentreret omkring våde huller på markerne.⁵⁶ Endelig har et amerikansk firma lanceret nye kvælstoffikserende mikrober, som kan begrænse behovet for kvælstofgødskning og formentlig også lattergasudslip.⁵⁷
- **Kulstoflagring i øvrige landbrugsjorder:** EU-Kommissionen overvejer at indføre certificering af øget kulstoflagring i landbrugsjord.⁵⁸ Tanken er, at bedrifter kan finansiere øget kulstoflagring via salg af certifikater. Udkastet nævner dog, at det kan være svært at måle og overvåge forbedringer af kulstoflagre i jord og skov, blandt andet fordi kulstoflagrene ikke er stabile over tid. Tilførsel af biokul fra pyroliseret biomasse nævnes også som en mulighed, selvom de nærmere regler for, hvor og hvordan dette skal kunne medregnes i landenes drivhusgasregnskaber endnu ikke fremgår.

Reformen af EU's landbrugsstøtte giver nye muligheder for at støtte klimatiltag

I fraværet af fælles EU-regulering gives de fleste produktionsincitamentet via EU's landbrugsstøtte. EU's landbrugsstøtte gives som en del af den fælles landbrugspolitik. Med landbrugsstøtten uddeles et betydeligt arealtilskud pr. hektar dyrket jord til landmændene. Den øvrige del af støtten gives gennem landdistriktsmidlerne. Landdistriktsmidlerne gives til en række støtteordninger med henblik på udvikling af landdistrikter og beskyttelse af natur, vandmiljø og klima.

I 2020 vedtog EU-landene en reform af den fælles europæiske landbrugspolitik, den såkaldte CAP-reform, hvor CAP står for Common Agricultural Policy. Reformen gælder for perioden 2023-2027 og åbner for, at medlemslandene i væsentligt højere grad end hidtil kan bruge landbrugsstøtten til at understøtte klima- og miljøtiltag. Fx kan der etableres miljøstøtteordninger, de såkaldte eco-schemes, og der kan overføres op til 25 pct. af hektarstøttemidlerne til landdistriktsmidlerne, og yderligere 15 pct. hvis midlerne anvendes til miljø- og klimarelaterede formål.

Reformen er ikke en del af EU's *Fit for 55*-pakke, men den kan understøtte opfyldelsen af EU's klimamål. Med de nye rammer for den fælles europæiske landbrugspolitik skal hvert EU-land udarbejde en national plan (CAP-planen) for, hvordan EU's landbrugspolitik udmøntes i det pågældende land. Det betyder, at der laves en samlet plan for, hvordan Danmark vil udmønte midlerne fra EU's landbrugsfonde for perioden 2023-2027. Danmark indsendte sit forslag til CAP-plan med udgangen af 2021 som foreskrevet. Herefter skal EU-Kommissionen godkende planen, før den iværksættes. Det er muligt at komme med forslag til ændringer i planen en gang om året.

De ordninger i den danske CAP-plan, som har særlig betydning for de danske drivhusgasudledninger, og som indgår i landbrugsaftalen, er:

- Miljøstøtteordning til ekstensiv drift af kulstofrige lavbundsgræs (ekstensivering med slæt)
- Øvrige CAP-elementer, blandt andet støtte til miljø- og klimavenligt græs med det formål at bidrage til kulstoflagring i jorden og mindske kvælstofudvaskningen samt normer for god landbrugs- og miljømæssig stand af jorderne, særlig kravet om at 4 pct. af det samlede landbrugsareal skal afsættes til ikke-produktive elementer
- Privat skovrejsning (landdistriktsprogrammet)

- Ordning til nedbringelse af kvælstofudvaskning (landdistriktsprogrammet)
- Ordning til vådlægning af lavbundsgrunde (landdistriktsprogrammet).

Samlet skønnes CAP-relaterede tiltag at medføre en reduktion i Danmark på 1,5 mio. ton CO₂e i 2030. Det skal dog bemærkes, at en betydelig del af indsatsen særligt til vådlægning af lavbundsgrunde er finansieret over finansloven. Desuden er der en miljøordning for økologisk landbrug og støtte til grøn bioraffinering under landdistriktsmidlerne. Disse ordninger indgår i landbrugsaftalens udviklingsspor, og effekterne er stadig usikre og er derfor indplaceret på konkretiseringsniveau E i afsnit 5.5.1. Boks 6.7 indeholder en nærmere beskrivelse af EU's landbrugsstøtteordninger og den danske CAP-plan.

Boks 6.7 EU's landbrugsstøtte og midler afsat under de forskellige støtteordninger 2023-2027

EU's fælles landbrugspolitik består af den direkte landbrugsstøtte (søjle I) og landdistriktsprogrammet (søjle II). Tabel 6.4 nedenfor viser fordelingen af de samlede landbrugsstøttemidler i Danmarks plan for implementering af den fælles europæiske landbrugspolitik for perioden 2023-2027.. Her fremgår det, at den direkte landbrugsstøtte i søjle I forventes at udgøre cirka 6,2 mia. kr. om året i perioden 2023-2027, hvoraf basisindkomststøtten udgør knap 75 pct., mens miljøordningerne udgør ca. 20 pct. af den direkte støtte. Resten udgøres af slagtepræmier, kopræmier med videre. Den danske CAP-plan indeholder seks miljøstøtteordninger (såkaldte eco-schemes), fx støtteordningen for ekstensivering med græs, økologisk arealstøtte og støtte til miljø- og klimavenligt græs. Alle bedrifter har mulighed for at søge miljøordningerne for et år ad gangen. Den direkte landbrugsstøtte er 100 pct. finansieret af EU's budget.

Tabel 6.4 Fordeling af landbrugsstøttemidler i Danmarks plan for implementering af den fælles europæiske landbrugspolitik for perioden 2023-2027

Ordning	2023	2024	2025	2026	2027	I alt
Søjle I	Afsatte rammer (mio. kr.)					
Basisindkomststøtte (også kaldet hektarstøtte)	4.855	4.872	4.628	4.310	4.453	23.118
Slagtepræmie, kopræmie, stivelseskartofler	355	309	288	266	245	1.463
Miljøordninger (såkaldte eco-schemes)	797	910	1341	1.515	1.727	6.290
Markedsordninger (frugt og grønt samt bier)	61	61	61	61	61	305
Søjle I (i alt)	6.068	6.152	6.318	6.152	6.486	31.176
Søjle II (Landdistriktsprogrammet)	Afsatte rammer (mio. kr.)					
Ordninger med det formål at beskytte og forbedre natur, biodiversitet, miljø og klima	634	1.037	1.118	1.017	996	4.802
Ordninger med det formål at styrke erhvervsudviklingen i landdistrikterne (ø-støtte, unge landbrugere, lokale aktionsgrupper)	306	306	306	306	306	1.530
Søjle II (i alt)	940	1.343	1.424	1.323	1.302	6.332
Den samlede landbrugsstøtte (Søjle I plus Søjle II)	7.008	7.495	7.742	7.475	7.788	37.508

Kilder: Klimarådet på basis af Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, Landbrugsstyrelsen, Borgerresumé af forslag til den danske CAP-plan 2023-27.

Midlerne i landdistriktsprogrammet går til tretten støtteordninger med det formål at udvikle landdistrikterne og støtte op om beskæftigelse og levevilkår på landet, men formålet er i vid udstrækning også at fremme natur samt miljø og klima på landbrugs- og naturarealer i det åbne land. Der gives fx tilskud til naturpleje, etablering af ny skov, vådområder og levesteder for beskyttede dyrearter. Grundprincippet i støtte via landdistriktsprogrammet er, at støtten udelukkende dækker landmændenes meromkostninger eller mistet indtjening, og at ordningerne er frivillige. Der stilles krav om, at EU-midlerne i landdistriktsbudgettet skal have national medfinansiering.

Der kan med den nye landbrugsreform overføres op til 25 pct. af midlerne i søjle I til søjle II, og yderligere 15 pct. hvis disse går til miljø- og klimaformål. Det er den såkaldte fleksprocent. Det fremgår af den danske CAP-plan, at Danmark i gennemsnit planlægger at overføre 6,3 pct. af budgettet fra søjle I til søjle II. Der stilles ikke krav om national medfinansiering af midler, der overføres fra søjle I til søjle II.

Endelig indeholder CAP-planen generelt bedre mulighed for, at støtteberettigede hektarer kan indeholde opvækst af træer og buske og andre ikke-produktive tiltag, fx igennem den såkaldte bruttoarealmodel. Bruttoarealmodellen tillader, at op til 20 pct. af det støtteberettigede areal ikke anvendes til landbrugsaktiviteter ligesom krav om god landbrugs- og miljømæssig tilstand af jorderne også indeholder en norm om, at minimum 4 pct. af landbrugsarealerne skal udlægges med ikke-produktive elementer. Endelig er der med den nye reform mulighed for at jorder, der indgår i miljøprojekter, som fx lavbundsjorder, kan bevare hektarstøtten efter vådlægning. Ordningerne overlapper delvist hinanden, men de er en betydelig forbedring i forhold til tidligere, hvor landmanden risikerede at miste sin hektarstøtte, hvis jorden ikke blev holdt i landbrugsmæssig driftstilstand.

Regeringen kan gøre mere for at udnytte mulighederne for klimatiltag i EU's landbrugsstøtte

Medlemslandenes muligheder for at støtte miljø- og klimatiltag er væsentligt forbedret med reformen af den europæiske landbrugsstøtte. Men landbrugsstøtten er ikke et effektivt instrument til at sikre klimainsatsen i EU's landbrug. En analyse af medlemslandenes implementeringsplaner for perioden 2023-2027 under den nye landbrugsreform har vist, at mange medlemslande nedprioriterer miljø- og klimahensyn.⁵⁹ Det gælder også i Danmark, for selvom der afsættes en betydelig del af landbrugsstøtten til miljøordninger, er der usikkerhed om klimateffekten af ordningerne, og reformen giver mulighed for at udnytte landbrugsstøtten endnu bedre. Det gælder særligt støtte til at indfri reduktionspotentialerne i de tiltag, der i landbrugsaftalen stadig er tekniske potentialer uden konkrete virkemidler. Danmark kan flytte en væsentlig større andel af basisindkomststøtten til landdistriktsprogrammet med henblik på at udnytte landbrugsstøtten til fx finansiering af klimaprojekter som øget udtagning af lavbundsjorder eller andre klimatiltag. Danmark har valgt kun at overføre 6,3 pct. af budgettet til landdistriktsprogrammet, selvom det er muligt at overføre op til 40 pct. af budgettet.

Klimarådet anbefaler, at regeringen i højere grad udnytter mulighederne for at understøtte klimatiltag igennem EU's landbrugsstøtte. Det bør især ske med henblik på øget støtte til tiltag i *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug 2021*, der vurderes på konkretiseringsniveau D og E i afsnit 5.5.1. Det gælder særligt udtagning af lavbundsjorder, hvilket er uddybet nedenfor, men det kan også være på andre områder. Det bemærkes, at en øget overførsel til landdistriktsprogrammet kan have fordelingsmæssige konsekvenser, idet støtten tages fra den direkte hektarstøtte til landmændene. I sidste ende er det en politisk beslutning, om Danmark vil støtte landbrugstiltag via CAP-midler eller via finansloven.

Regeringen bør især fokusere mere på incitamenter til udtagning af lavbundsarealer

Reformen af EU's landbrugsstøtte giver landmanden mulighed for at vådlægge sin kulstofrige lavbundsjord og stadig bevare sin hektarstøtte. Det er dog næppe et tilstrækkeligt incitament til at udtage og vådlægge de fleste lavbundsjorder, som landmanden trods alt har en vis indtægt fra. I landbrugsaftalen er der indtil videre fundet finansiering til udtagning af cirka 38.000 hektar lavbundsjord. Men der findes omkring 170.000 hektar med samlede udledninger på over 5 mio. ton CO₂e om året, jævnfør kapitel 5. I landbrugsaftalen lægges der op til at fordoble det vådlagte lavbundsareal, men der er endnu ikke fundet finansiering til det. Klimarådet har tidligere peget på, at der er et yderligere potentiale for at reducere drivhusgasudledningerne ved at tage flere lavbundsjorder ud af drift.⁶⁰

Udtagning og vådlægning af små kulstofrige lavbundsarealer kan have en betydelig effekt, da små kulstofrige lavbundsarealer under 10 hektar tilsammen udgør cirka 40.000 hektar. Forskning tyder desuden på, at vådlægning af små kulstofrige arealer potentielt kan reducere både CO₂- og lattergasudledningerne fra de omgivende marker. Lattergasdannelsen kan begrænses, hvis lavningerne tages ud af drift og giver plads til små naturområder med anden vegetation, der kan opsuge overskydende kvælstof. Samtidig kan den naturlige vegetation optage CO₂ fra luften, som kan ende som tørv netop på grund af de våde og iltfrie forhold. At stoppe drænen af de små områder vil typisk medføre, at et relativt større naboareal også bliver vådlagt, men det bør netop tænkes sammen med de øvrige ordninger i CAP-planen til forbedring af biodiversitet og bæredygtighed og til udlægning som ikke-produktive arealer.

Der er dog brug for ekstra incitamenter til at sikre, at netop de kulstofrige lavbundsjorder udtages og vådlægges. I regi af landbrugsstøtten kan dette bedst ske ved at øge overførslen fra hektarstøttemidler til lavbundsprojekterne i

landdistriktsprogrammet, fordi midlerne her kan gives som betaling for meromkostningerne ved udtagning og vådlægning af jorderne.

De et-årige miljøstøtteordninger, de såkaldte eco-schemes, som er beskrevet yderligere i boks 6.7, egner sig ikke til at støtte en permanent udtagning af lavbundsjorderne, netop fordi de er et-årige. Støtteordningerne kan dog anvendes til at forberede udtagning på et senere tidspunkt. Et eksempel på dette er et eco-scheme, der gennem ekstensiv dyrkning af lavbundsjorder med græs forebygger fosforudslipning til vandløb fra lavbundsjorder, som senere påtænkes vådlagt. Problemet er dog, at ét år næppe er nok til at nedbringe fosforpuljerne tilstrækkeligt. Derfor bør regeringen arbejde for, at dette og andre lignende eco-schemes gøres flerårige, indtil den ønskede effekt er opnået. Desuden bør der så vidt muligt indbygges et krav om, at hvis landmanden får støtte gennem dette eco-scheme, så forpligter han sig også til at tage lavbundsjorden ud af drift og vådlægge den permanent, når problemet med fosforudvaskningen er løst.

Udover at udnytte de muligheder, der på nuværende tidspunkt eksisterer i EU's landbrugsstøtte, kan Danmark også arbejde for, at incitamenterne bliver stærkere på sigt. Det kan blandt andet ske ved, at jordejere med lavbundsarealer kun kan opnå hektarstøtte for kulstofholdige lavbundsjorder, hvis arealerne bliver taget ud af drift og vådlagt. En anden mulighed er, som omtalt i afsnit 6.3.1, at pålægge ejerne af lavbundsjorder en drivhusgasafgift.

6.3.3 Klimavenlig mad i Danmark

Danmark bidrager betydeligt til udledninger fra fødevarer systemet gennem vores indtag af fødevarer. Som Klimarådet beskrev i analysen *Klimavenlig mad og forbrugeradfærd* fra 2021 har danskerne et af de største klimaaftryk fra fødevarerforbruget i verden målt pr. indbygger. En gennemsnitlig borger i Danmark spiser mere end dobbelt så mange animalske fødevarer, som den gennemsnitlige verdensborger gør, og også mere end det europæiske gennemsnit. Dette store indtag af klimabelastende fødevarer kan udfordre Danmarks ambition om at være et foregangsland på klimaområdet. Selvom ændrede madvaner i begrænset grad vil kunne bidrage til at opfylde 70-procentsmålet, vil det have en stor betydning for Danmarks globale udledninger og for det nationale mål om netto nuludledninger i 2050.

Hvis alle danskere overgår til at følge de nye danske kostråd, vil det give en umiddelbar global klimagevinst på 2,6-3,9 mio. ton CO₂e om året. Klimaaftrykket mindskes primært, fordi indtaget af animalske produkter i kostrådene er mindre sammenlignet med danskernes nuværende kostsammensætning. Samtidig vil en kostændring forbedre sundheden i Danmark og reducere den miljømæssige belastning fra det danske fødevarerforbrug.

Understøttelse af et mere klimavenligt fødevarerforbrug i Danmark kan også mindske de negative effekter af en afgift, som introduceres i afsnit 6.3.1. En ændret kostsammensætning i Danmark kan give nogle af de danske fødevarerproducenter incitament til at fokusere mere på at producere klimavenlige fødevarer. Danske kostændringer kan på den måde være med til at etablere en efterspørgsel efter klimavenlige produkter, som kan give producenterne en større sikkerhed for, at de kan afsætte deres produkter, hvis de skifter produktion.

Offentlige køkkener kan bidrage til at gøre klimavenlig kost mere normalt

Der er et udtalt behov for at normalisere klimavenlig kost, hvis man vil skubbe på en kostændring i befolkningen. Det kan blandt andet ske ved, at man bliver eksponeret for en klimavenlig kost i forskellige sammenhænge. Jo oftere danskerne møder klimavenlig kost i deres hverdag, jo mere vil denne form for kost blive opfattet som almindelig, og jo lettere vil det være at tage de nye kostvaner til sig. På den måde kan normalisering af en klimavenlig kost bidrage til at ændre opfattelsen af klimavenlig kost fra at være unormal til at være normal.

De offentlige køkkener har mulighed for at introducere klimavenlig mad for mange mennesker, fordi der serveres cirka 650.000 måltider om dagen fra offentlige køkkener i stat, regioner og kommuner. Det vil i sig selv være til gavn for klimaet at omlægge denne del af kosten i Danmark, og lige så vigtigt vil det kunne bidrage til at normalisere en klimavenlig kost i den danske befolkning.

De offentlige køkkener bør følge de danske kostråd

Klimarådet anbefaler, at stat, regioner og kommuner sætter mål om, at de offentlige køkkener serverer klimavenlig mad. Der eksisterer allerede en række offentlige initiativer, der har til formål at reducere klimaaftrykket fra de offentlige indkøb, og nogle kommuner har sat mål om at reducere klimaaftrykket fra deres serveringer. Det er positivt, at omstillingen allerede er i gang flere steder, og jo flere mennesker der påvirkes heraf, des mere kan det bidrage til normaliseringen af en klimavenlig kost.

Målsætningen om klimavenlig kost i offentlige køkkener bør baseres på de danske kostråd, fordi kostrådene er et godt pejlemærke for klimavenlig mad frem mod 2030. Samtidig vil det både reducere kompleksiteten for køkkenpersonalet og sikre de sundhedsmæssige gevinster ved en kostomlægning. For at kostrådene kan blive ved med at være klimavenlige, skal klimabelastningen af kosten overvåges og eventuelt løbende bruges til at forbedre kostrådene, så de også i fremtiden afspejler en sund og klimavenlig kostsammensætning.

En klimadatabase og klimamærker kan bidrage til normalisering

Klimarådet har også peget på andre tiltag til at drive en omlægning af danskernes kost. En normalisering af klimavenlig kost kræver mange forskellige indsatser, da danskerne udfordres af en række barrierer, som står i vejen for at spise mere klimavenligt. Klimarådet har på den baggrund anbefalet i sin analyse fra 2021, at staten opbygger en statskontrolleret klimadatabase med information om fødevarernes klimaaftryk. Det vil kunne sikre, at fødevarernes klimaaftryk bliver kommunikeret ensartet og på den måde undgå forvirring hos forbrugerne.

Klimarådet har samtidig anbefalet, at regeringen etablerer grundlaget for to statskontrollerede klimamærker, som også er målrettet forbrugerinformation. Det ene bør fokusere på klimabelastningen fra det enkelte fødevarerprodukt, som kan møde og informere den bevidste forbruger i valgsituationen. Det andet er et køkkenklimamærke, som skal gøre det let for forbrugeren at identificere køkkener, der serverer klimavenlig mad.

Forbrugsafgifter bør modsvare bundfradrag

Klimarådets afgiftsmodel rummer mulighed for at indføre forbrugsafgifter i sektorer, hvor der gives bundfradrag. En forbrugsafgift er en afgift, som pålægges forbruget af en vare som fx en afgift på mælk eller kød. Hovedformålet er at sikre, at forbrugerne får et prissignal, der reflekterer varens klimabelastning. Det gøres, ved at forbrugsafgiften svarer til det bundfradrag, der skitseres i afsnit 6.3.1. På den måde betales samlet set den fulde afgift af en vare, der produceres og forbruges i Danmark.

En sådan model kan overvejes på fødevarerområdet. For dansk producerede fødevarer vil det administrativt være den mest enkle løsning at pålægge en afgift tidligt i forarbejdningsleddet – fx pr. kg mælk eller kød indvejet. Importerede fødevarer bør i princippet også omfattes af de samme afgifter, men her kan der være både EU-retlige og tekniske problemer. Der kan være risiko for, at EU forlanger samme afgiftsregime for dansk og udenlandsk producerede varer. I givet fald må afgiftspålægget formentlig ske i grossistleddet, hvilket vil øge den administrative kompleksitet. Herunder kan det være kompliceret at pålægge afgifter på blandingsprodukter – fx frysepizzaer med indhold af kød.

I Klimarådets netop udgivne analyse *Klimavenlig mad og forbrugeradfærd* diskuteres forbrugsafgifter på udledningsintensive fødevarer. I analysen anbefaler Klimarådet, at regeringen igangsætter et arbejde for at udforme en model, som bedst muligt tillader, at der pålægges forbrugsafgifter fx på udvalgte klimabelastende fødevarer, så prisen afspejler klimabelastningen for disse. En afgift pålagt fødevarer ud fra deres klimaaftryk vil give forbrugerne et klart signal om at vælge de klimabelastende fødevarer fra til fordel for de mere klimavenlige.

6.4 Tilstrækkelig grøn strøm fra vind og sol

Det danske elforbrug har i en årrække været relativt stabilt, men over de kommende år skal vi bruge væsentligt mere el, end vi gør i dag. Det skyldes blandt andet, at en stigende andel af vores energiforbrug vil blive elektrificeret enten direkte via fx elbiler eller varmepumper eller indirekte via grønne brændstoffer fra power-to-X. Samtidig ventes stadig flere datacentre at øge det danske elforbrug. Hvis elektrificeringen skal have en klimaeffekt, er det afgørende, at der er tilstrækkelige mængder grøn strøm. Derfor analyseres det i dette afsnit, om der vil være tilstrækkelige mængder strøm fra vedvarende energikilder som vind og sol frem mod 2030 og 2040 til at dække det forventede behov.

Klimarådets anbefalinger

- Klimarådet anbefaler, at regeringen skruer op for udbygning af vedvarende energi, som kan etableres relativt hurtigt. Det drejer sig om solceller på marker og tage samt vindmøller på land. I udpegningen af arealer er der behov for en generel prioritering af en række forskellige hensyn, herunder eksterne omkostninger som fx visuelle gener. Etableringen bør ske hurtigt, fordi vi mangler grøn strøm i årene frem mod 2030 for at undgå nettoimport af strøm. Derudover er det hensigtsmæssigt at forsøge at fremrykke etableringen af planlagt havvind, herunder havvindmølleparkerne aftalt i forbindelse med finansloven for 2022 samt energio Bornholm.
- Klimarådet anbefaler, at regeringen udbygger med mere havvind end planlagt frem mod 2040, for at regeringens power-to-X planer i høj grad forsynes med dansk produceret grøn strøm. Desuden giver etablering af ekstra havvind mulighed for nettoeksport af strøm til vores nabolande. Den økonomiske risiko ved udbygningen vurderes at være relativt lav, fordi efterspørgslen på grøn strøm er stigende, mens prisen på havvind er faldende, og det er sandsynligt, at den høje efterspørgsel i udlandet vil medføre elpriser, der gør nettoeksport økonomisk attraktivt. I forbindelse med finansloven for 2022 ser regeringen på muligheden for at etablere 1 ekstra GW udover det allerede planlagte. Klimarådet anbefaler, at der hurtigst muligt etableres mere end 1 ekstra GW, blandt andet for at imødekomme elforbruget til regeringens planer om power-to-X på 4-6 GW i 2030.
- Klimarådet anbefaler, at regeringen undersøger, hvordan kommende udbud af havvind kan designes til at være på forkant med elforbruget og samtidig sikre en høj konkurrence blandt budgivere. Udbygningen kan fx komme mere på forkant ved at klargøre et stort antal havvindmølleparker og løbende foretage udbud, efterhånden som man opnår en tilstrækkelig vished om elforbruget. Konkurrencen kan sikres ved at hæve betalingsloftet til staten eller inddrage alternative bedømmelseskriterier som fx livscyklusanalyse eller bidrag til innovation.

Et stigende elforbrug kunne i princippet mødes af øget elproduktion baseret på biomasse, men fokus er på vind- og solenergi. I kapitel 3 redegøres der for, at biomasse er en knap ressource, og at det ikke altid er retvisende at regne importeret biomasse for CO₂-neutral. Det er baggrunden for, at Klimarådet vurderer, at den fremtidige udbygning af elproduktion i vid udstrækning bør ske med vind- og solenergi. Biomassen bør prioriteres til andre formål.

6.4.1 Elforbrug og -produktion i fremtiden

Klimarådets analyse sammenholder det forventede elforbrug med den forventede elproduktion. Derfor er der brug for en fremskrivning af begge størrelser. Derudover bør man gøre sig overvejelser om, i hvilken grad Danmark kan trække på elproduktion i udlandet, og i hvilken grad vi bør eksportere strøm. Både elforbrug, elproduktion og forholdet til udlandet beskrives i det følgende.

Elforbruget varierer på tværs af analyser

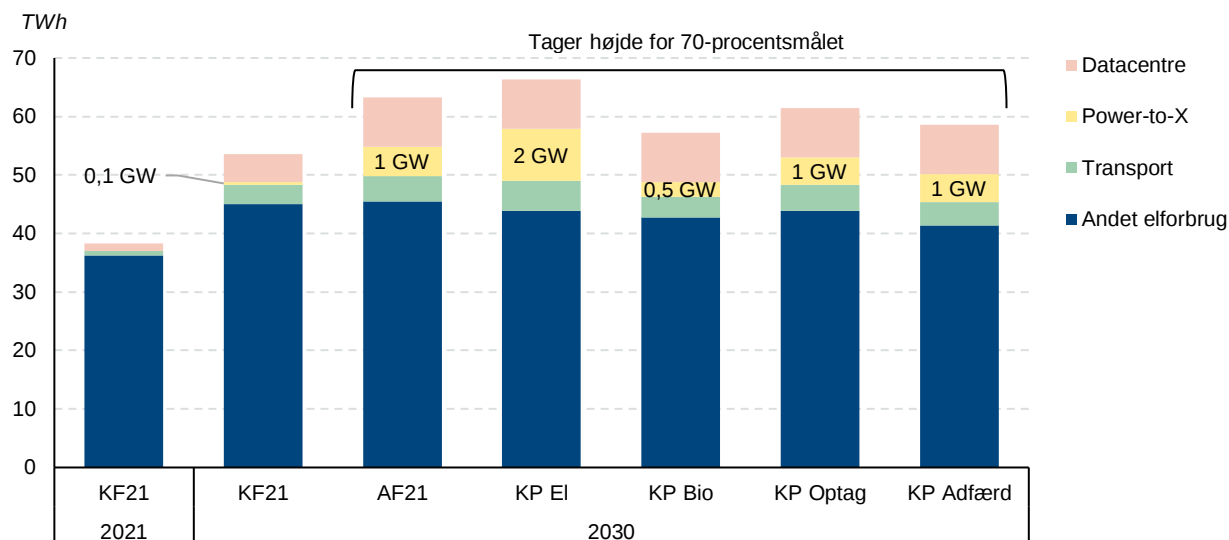
Der findes flere forskellige bud på fremtidens elforbrug. Alle er behæftet med betydelig usikkerhed. Derfor har Klimarådet vurderet tre forskellige fremskrivninger, som skitseres i boks 6.8. De tre fremskrivninger er *Klimastatus og -fremskrivning 2021*, *Analyseforudsætningerne til Energinet 2021*, og scenarierne i *Klimaprogram 2021*.

Klimarådet har i analysen valgt at anvende Energistyrelsens *Analyseforudsætninger til Energinet 2021* (herefter analyseforudsætningerne) til at vurdere det fremtidige elforbrug. Det er vigtigt at fremhæve, at analyseforudsætningerne blot er ét bud blandt flere, hvilket understreger usikkerheden omkring det fremtidige elforbrug. Klimarådet vurderer dog, at analyseforudsætningerne samlet set flugter med Klimarådets egne vurderinger af elforbruget til at nå 70-procentsmålet. Endvidere er det en fordel, at analyseforudsætningerne beskriver et udviklingsforløb helt frem til 2040. Scenarierne i regeringens klimaprogram viser kun nedslagspunkter i 2030 og 2050.

Boks 6.8 Tre analyser af fremtidens elforbrug

- Klimastatus og -fremskrivning 2021:** I Energistyrelsens seneste klimafremskrivning⁶¹ er der nogenlunde balance mellem et stigende elforbrug og en stigende produktion fra sol- og vindenergi. Klimafremskrivningen forventer, at forbruget i 2030 når op omkring 54 TWh årligt mod det nuværende forbrug på omkring 38 TWh. Klimafremskrivningen afspejler dog ikke det fulde elforbrug, der kan forventes i årene fremover. Det skyldes, at fremskrivningen anvender en frozen policy-tilgang, hvor der kun medregnes effekter af vedtaget politik. Formålet med tilgangen er blandt andet at vurdere, i hvilket omfang Danmarks klimamål forventes at blive opfyldt med gældende lovgivning. Da der eksempelvis endnu ikke er vedtaget virkemidler til at nå 70-procentsmålet, er det sandsynligt, at elforbruget kommer til at stige mere, end Klimafremskrivningen angiver.
- Analyseforudsætninger til Energinet 2021:** Elforbruget i analyseforudsætningerne estimeres til 63 TWh i 2030. Analyseforudsætningerne tager i modsætning til klimafremskrivningen implicit højde for politiske målsætninger inden for energi- og klimaområdet. Da der fortsat mangler at blive vedtaget politik til at nå 70-procentsmålet, må analyseforudsætningerne anses for at være mere retvisende som prognose for elforbruget end klimafremskrivningen, dog med visse forbehold. Eksempelvis anføres det i analyseforudsætningerne, at det angivne elforbrug er foreneligt med opnåelse af 70-procentsmålet i 2030, uden at der er foretaget en fuld analyse af sammenhængene mellem energisektoren og andre sektorer. Da andre sektorer også bidrager til reduktionsindsatsen, afhænger den samlede målopfyldelse i 2030 derfor af en række endnu ukendte reduktionstiltag uden for energisektoren, hvoraf nogle vil påvirke elforbruget. Analyseforudsætningerne er desuden primært designet som et planlægningsværktøj til Energinet til brug for dimensionering af fremtidig el- og gasinfrastruktur. Det kan betyde, at elforbruget, for de formål der er præget af stor usikkerhed, befinder sig i den øvre del af det mest sandsynlige udfaldsrum. Klimarådet vurderer, at denne tilgang fint kan anvendes i vurderingen af, om der er tilstrækkelig grøn strøm.
- Regeringens Klimaprogram 2021:** Regeringens *Klimaprogram 2021* angiver forskellige veje til at opnå 70-procentsmålet i 2030. Klimaprogrammet fremlægger fire scenarier: elektrificering, bioenergi, CO₂-optag og adfærdsændringer, der vægter reduktionstiltag forskelligt, og som dermed definerer et udfaldsrum for målopfyldelse i 2030. Eksempelvis lægger elektrificeringsscenariet relativt mere vægt på direkte og indirekte elektrificering af transportsektoren, hvilket medfører et højere elforbrug sammenlignet med bioenergiscenariet. I alle fire scenarier er elforbruget en del af en sammenhængende systembeskrivelse, hvor der holdes styr på udledningerne i alle sektorer. Elforbruget varierer mellem 55 og 66 TWh mellem de fire scenarier.

Figur 6.6 illustrerer elforbruget i forskellige fremskrivninger. Her inkluderes *Klimastatus og -fremskrivning 2021* (herefter klimafremskrivningen), *Analyseforudsætninger til Energinet 2021* samt scenarierne fra regeringens *Klimaprogram 2021*. Elforbruget er fordelt på vigtige forbrugskategorier, der er sammenlignelige på tværs. Elektrificeringsscenariet har det største elforbrug på omkring 66 TWh i 2030. I den modsatte ende ligger bioenergiscenariet med et elforbrug på omkring 55 TWh, og er altså det estimat, der forbruger mindst strøm og samtidig tager højde for 70-procentsmålet.



Figur 6.6 Elforbrug i 2021 og forskellige fremskrivninger af elforbruget i 2030

Anm. 1: Figuren illustrerer elforbruget fra tre forskellige analyser: *Klimastatus- og fremskrivning 2021* (KF21), *Analyseforudsætninger til Energinet 2021* (AF21) og regeringens *Klimaprogram 2021* (KP), der indeholder fire scenarier for målopfyldelse i 2030: elektrificering (EI), bioenergi (Bio), CO₂-optag (Optag) og adfærdsændringer (Adfærd).

Anm. 2: Kategorien Andet elforbrug dækker over elforbrug til husholdningerne, industri og erhvervsliv, varmeforsyning (herunder varmepumper), CCS med videre. Elforbrug til power-to-X er tilnærmelsesvist oversat til kapacitet i GW. Alle elforbrug er angivet inklusive nettab. Til Klimaprogrammet antages et nettab på 6,5 pct. til Transport og Andet elforbrug, undtagen CCS.

Kilder: Energistyrelsen, *Klimastatus- og fremskrivning 2021*; Energistyrelsen, *Analyseforudsætninger til Energinet 2021* og Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2021*.

Variationen mellem estimerne skyldes særligt to ting: der findes forskellige veje til opnåelse af 70-procentsmålet, og der er forskellige antagelser om antal og størrelse af datacentre. Variationerne på de to områder beskrives nærmere i det følgende.

70-procentsmålet

De relativt store variationer i elforbruget skyldes blandt andet forskellige niveauer af varmeproduktion, CCS, elektrificering af transport og power-to-X. Power-to-X er en teknologi, der omdanner strøm til grønne brændstoffer og kemikalier, blandt andet ved hjælp af elektrolyse. Ligeledes er der forskelle i niveauet af energieffektivisering, som reducerer elforbruget.

Regeringen sigter med lanceringen af power-to-X-strategien på 4-6 GW elektrolysekapacitet i 2030.⁶² Det er dog på nuværende tidspunkt uvist, hvordan teknologien vil udvikle sig. Driftsmønstret på fremtidige anlæg er endnu usikkert, men hvis et power-to-X-anlæg i gennemsnit producerer brint ved fuld kapacitet cirka 57 procent af tiden, svarende til 5.000 fulldlastimer på et år, som antaget i analyseforudsætningerne, giver regeringens ambition et samlet strømforbrug på mellem 20 og 30 TWh i 2030.

Power-to-X-produktion bidrager kun til at opfylde 70-procentsmålet, hvis power-to-X-produkterne fortrænger forbrug af fossile brændstoffer inden for Danmarks grænser. Som det redegøres for i afsnit 6.5, medfører forbruget af power-to-X-produkter til at nå 70-procentsmålet på en hensigtsmæssigt måde, sandsynligvis mellem 0,5-2 GW elektrolysekapacitet i 2030. Dette flugter med de forskellige niveauer anført i figur 6.6 og er altså væsentligt lavere end regeringens målsætning om 4-6 GW i 2030.

Datacentre

Energistyrelsen forventer i klimafremskrivningen, at elforbruget til datacentre er omkring 4,8 TWh i 2030. I analyseforudsætningerne er forbruget imidlertid hævet til 8,5 TWh.⁶³ Det skyldes delvist en opjustering på

baggrund af kendskab til nye projekter, og delvist at analyseforudsætningerne anlægger et vist forsigtighedsprincip i forhold til netudbygningen. Da der er tale om store investeringer i infrastruktur med lange levetider, er analyseforudsætningerne derfor ikke nødvendigvis det mest sandsynlige skøn, men et afvejet og rimeligt skøn i forhold til formålet. Datacentre bidrager ikke til opfyldelsen af 70-procentsmålet, men tilføjer et betydeligt elforbrug, som også skal forsynes med grøn strøm.

Fremskrivningen af elproduktion trækker på forskellige kilder

Der er store usikkerheder forbundet med fremskrivningen af elproduktionen, som det også er tilfældet med elforbruget. For regulerbare termiske værker, der fx anvender kul, naturgas eller biomasse, afhænger produktionen delvist af el- og varmekonsumet og delvist af forskellige rammevilkår, som fx brændselspriser og CO₂-kvotepriser for den fossile andel. For sol- og vindenergi afhænger den fremtidige produktion primært af eksisterende kapacitet og udbygningshastigheden af ny kapacitet, da produktionen pr. MW kapacitet er nogenlunde stabil på årsbasis.

Sol- og vindenergi fremskrives i dette afsnit med udgangspunkt i analyseforudsætningerne. Dog er der foretaget korrektioner for at tage hensyn til beslutningen om mere havvind i finansloven for 2022 og for at medregne effekten af energioven i Nordsøen.

Produktionen fra de termiske værker fremskrives med klimafremskrivningen i perioden frem til 2030, hvorefter produktionen holdes konstant. Det skyldes, at størrelsen af den termiske produktion ikke angives i analyseforudsætningerne. Der er flere forhold, som potentielt kan øge den termiske produktion udover klimafremskrivningen. Fx kan et stigende elforbrug udover klimafremskrivningen lede til højere elpriser, som kan stimulere øget termisk produktion på danske kraftværker. Endvidere kan udviklingen inden for CCS samt fremtidige behov og rammevilkår for negative udledninger medføre et større forbrug af biomasse end antaget i slutåret i klimafremskrivningen. Disse forhold er dog ikke inkluderet i analysen.

Udgangspunktet for analysen er at undgå nettoimport

For at vurdere om der er tilstrækkelig grøn strøm, bør man overveje, i hvilken grad Danmark kan trække på elproduktion i udlandet, og i hvilken grad vi bør eksportere strøm. Klimarådet tager i dette spørgsmål udgangspunkt i to af klimalovens guidende principper. Det drejer sig om, at Danmark skal være foregangsland i den internationale klimainsats, og at Danmark bør undgå kulstoflækage, så indenlandske udledninger ikke blot flyttes til udlandet.

I det følgende diskuteres disse to principper samt en række andre hensyn og deres relation til udbygningen af vedvarende energi. Samlet set er det Klimarådets vurdering, at Danmark som en konsekvens af de to udvalgte guidende principper som udgangspunkt bør producere mindst lige så meget strøm, som vi selv forbruger. Altså bør vi som udgangspunkt undgå nettoimport af strøm på årsbasis. På lidt længere sigt kan det være relevant at sigte efter at blive nettoeksportør af strøm og eventuelt også nettoeksportør af power-to-X-produkter. Det konkrete omfang af nettoeksporten bør blandt andet tage hensyn den samfundsøkonomiske gevinst og andre politiske prioriteringer. Det er Klimarådets vurdering, at den økonomiske risiko forbundet med at producere strøm til nettoeksport er relativ lav sammenlignet med de negative klimapåvirkninger ved at mangle grøn strøm.

Det skal bemærkes, at Klimarådet ikke har set på det kortvarige produktions- og forbrugsmønster af strøm. Analyser af elforsyningssikkerheden peger på, at der i fremtiden kan være en stigende risiko for midlertidige strømafbrydelser.⁶⁴ Det skyldes fx, at fluktuerende energikilder som sol- og vindenergi erstatter regulerbar termisk produktion. Det er dog vigtigt at understrege, at afbrydelserne stadig vil være relativt begrænsede, samt at man ikke bør stræbe efter helt at undgå strømafbrydelser, fordi det vil være uforholdsmæssigt dyrt for samfundet. Fx anbefaler Energinet, at man i den fremadrettede planlægning af elforsyningssikkerheden anvender et planlægningsmål om 35 afbrudsminutter pr. år.⁶⁵ Til sammenligning har danske elforbrugere de seneste cirka 10 år i gennemsnit oplevet cirka 20-21 afbrudsminutter pr. år. Man kan forbedre forsyningssikkerheden gennem en række forskellige tiltag, som blandt andet inkluderer energilagring, muligheder for justerbart elforbrug eller flere transmissionsforbindelser til udlandet. Det er vigtigt, at Energinet og regeringen løbende har fokus disse områder.

Danmark som foregangsland

Danmark kan være foregangsland på klimaområdet ved at eksportere grøn strøm til resten af Europa. Men der er stor forskel på at tale om eksport af strøm og om nettoeksport af strøm. Danmark eksporterer i dag allerede

betydelige mængder strøm til udlandet men importerer samtidig en endnu større mængde. Samlet set betyder det, at Danmark for nuværende er nettoimportør af strøm på årsbasis.

Når Danmark eksporterer grøn strøm fra vedvarende energi, bidrager vi til at reducere den globale udledning af drivhusgasser på en billig og effektiv måde. Det skyldes, at de lande, som Danmark eksporterer til, stadig i et vist omfang producerer strøm baseret på fossile brændsler. Fx viser *Global afrapportering 2021* i et beregningsteknisk eksempel, at eksport af 1 TWh ekstra strøm baseret på vedvarende energi fra Danmark vil fortrænge cirka 0,3 mio. ton CO₂ i udlandet i 2030.⁶⁶ Som omtalt i kapitel 4, er dansk elproduktion omfattet af EU's kvotesystem. Dette kan have betydning for reduktionseffektens størrelse, hvilket fx beskrives i boks 4.4.

Man kan argumentere for, at Danmark i kraft af sine betydelige vindressourcer bør sigte på at øge eksporten af grøn strøm til udlandet. Ikke mindst fordi der er brug for meget mere grøn strøm til at understøtte omstillingen i Europa. EU-Kommissionen har således vurderet, at der på europæisk plan bør etableres minimum 60 GW havvind i 2030 for at opnå en CO₂e-reduktion på 55 pct., som er EU's vedtagne 2030-mål. Frem mod 2050 ser EU-Kommissionen et behov på op mod 300 GW havvind.⁶⁷ Omfanget af en sådan eksport er i høj grad politisk bestemt, og faktorer som samfundsøkonomi, beskæftigelse, miljøeksternaliteter i Danmark og muligheden for at reducere CO₂-udledninger uden for Danmarks grænser kan spille ind.

Med udgangspunkt i den nuværende situation, hvor Danmark er nettoimportør, kan et relevant pejlemærke være at undgå nettoimport af strøm. På længere sigt kan ambitionerne øges ved fx at sigte efter en betydelig nettoeksport af strøm. Nettoeksport af grønne power-to-X-produkter kunne også indgå som del af en samlet målsætning for et foregangsland på klimaområdet. En stor udbygning af vedvarende energi kan således enten anvendes til at eksportere grøn strøm eller grøn energi i bredere forstand, herunder power-to-X-produkter. Som det beskrives herunder i afsnittet *Lav risiko ved stor udbygning af havvind*, er det Klimarådets vurdering, at den økonomiske risiko forbundet med at producere strøm til nettoeksport er relativ lille sammenlignet med de negative klimapåvirkninger ved at mangle grøn strøm.

I forbindelse med Folketingets debat om klimaredegørelsen i december 2021 vedtog et flertal af Folketingets partier en tekst, der argumenterer for, at Danmark bør være nettoeksportør af grøn energi i 2030.⁶⁸ Teksten pålægger regeringen, at "... fremlægge en plan for udbygning af vedvarende energi, som sikrer, at Danmark i 2030 er nettoeksportør af grøn energi." Klimarådet ser positivt på Folketingets ambitionsniveau, men påpeger, at udmeldingen kan tolkes på flere måder. Det er fx ikke klart, om der sigtes på nettoeksport af grøn strøm eller grøn energi, inklusiv power-to-X-produkter, eller begge dele.

Kulstoflækage til udlandet

Kulstoflækage opstår, hvis indenlandske reduktionstiltag flytter udledningen uden for Danmarks grænser. Inden for energisystemet kan det fx finde sted, hvis der gennemføres elektrificeringstiltag med henblik på at udfase fossile brændsler, samtidig med at der ikke er tilstrækkelige mængder grøn strøm. Det kan medføre øget brug af fossile energikilder i udlandet, fordi Danmark skal importere mere strøm, som så øger udledningerne uden for Danmark. Som det beskrives uddybende i afsnit 6.5 om power-to-X, er det en reel risiko, fordi flere af vores nabolande ikke er fuldt omstillet til grøn elproduktion i 2030.

Der findes forskellige betragtninger omkring og estimater for, hvor problematisk lækageeffekten reelt er. I forhold til udbygningen af power-to-X er der grund til at være ekstra opmærksom, fordi power-to-X anvender store mængder strøm relativt til reduktionspotentialet. Det vil sige, at den positive klimaeffekt lettere udebliver, hvis ikke der er tilstrækkelig med grøn strøm. For generelle elektrificeringstiltag kan man som udgangspunkt anvende et beregningsteknisk eksempel i *Global afrapportering 2021*, der vurderer, at import af 1 MWh ekstra strøm har en CO₂-intensitet på omkring 300 kg/MWh i 2030.⁶⁹ Ved dette niveau forringes effekten af elektrificeringen betydeligt. Fx vil klimaeffekten ved at skifte fra en fossilbil til en elbil cirka blive halveret sammenlignet med en situation, hvor elbilen anvender 100 pct. grøn strøm. Dog kan man formentligt opnå en lavere CO₂-intensitet, hvis elforbruget er tilstrækkeligt fleksibelt. Dette kan gøre sig gældende både for fleksible elforbrug til elbiler og til power-to-X. Forholdet mellem elforbrug, CO₂-intensitet og klimaeffekt uddybes nærmere i afsnit 6.5.

Øget termisk produktion i Danmark

Der er risiko for, at mangel på sol- og vindenergi øger elproduktionen på danske termiske kraftværker. Det medfører et øget forbrug af enten naturgas, kul eller biomasse. Afbrænding af naturgas og kul vil forøge de danske CO₂-udledninger og betyde, at elektrificeringstiltag i den grønne omstilling ikke vil få fuld klimaeffekt. Det svarer til tilfældet med kulstoflækage. Øget forbrug af biomasse kan ligeledes være problematisk, fordi biomasse er en knap ressource med mange anvendelsesmuligheder, og fordi det ikke altid er retvisende at regne importeret biomasse for CO₂-neutral.

Lav risiko ved stor udbygning af havvind

Det er Klimarådets vurdering, at statens risiko ved stor udbygning af havvind er relativt begrænset, i den forstand, at der er en begrænset sandsynlighed for, at staten i fremtiden skal betale betydelige mængder støtte til elproduktion fra havvindmøller.

Den relativt lave risiko for, at etablering af havvind i fremtiden vil kræve betydelig støtte, skyldes flere ting. For det første forventes efterspørgslen på strøm at vokse markant, både herhjemme og i udlandet.⁷⁰ Selvom der, som beskrevet tidligere, er usikkerheder omkring det konkrete niveau for elforbruget i fremtiden, er tendensen stigende. Det betyder, at der formodentlig vil være tilstrækkelige afsætningsmuligheder for grøn strøm, og at elprisen tilsvarende vil ligge på et fornuftigt niveau, der gør udbygning økonomisk attraktivt. Dette formodes også at gælde i tilfælde, hvor Danmark er nettoeksportør af strøm. Samtidig er prisen på havvind nu forholdsvis lav og formentlig stadig faldende. Fx endte det seneste udbud af Thor havvindmøllepark med, at projektet ikke behøver statsstøtte, men at koncessionsvinderen omvendt skal betale 2,8 milliarder kr. til staten. Det skyldes blandt andet, at teknologiudviklingen gradvist har bidraget til at sænke omkostningerne til havvind, og det forventes, at denne tendens fortsætter.⁷¹

Der er dog andre elementer, der kan medføre højere behov for støtte. For det første, er der stor usikkerhed omkring elprisen i fremtiden. Elmarkedet er indrettet sådan, at yderligere udbygning med havvind og anden vedvarende energi, alt andet lige vil medføre et fald i elprisen. Denne overvejelse vil indgå i de økonomiske kalkuler hos udviklere af havvind, som deltager i udbud. Hvis selskabernes prognoser for elprisen reduceres, fordi de forventer at den fremtidige udbygning af havvind bliver større end tidligere antaget, vil det trække i retning af højere behov for støtte ved kommende udbud. Dette vil påvirke de offentlige finanser negativt, enten gennem faldende indtægter eller større behov for støtte. Dernæst var en række forhold ganske gunstige ved udbuddet af Thor havvindmøllepark. Fx bidrog en lav rente til at sænke de finansielle omkostninger til projektet, samtidig med at den geografiske placering af havvindmølleparken var attraktiv i forhold til vindressourcer, havdybde, afstanden til land med videre. Hvis renten stiger i fremtiden, og når der skal tages mindre attraktive placeringer i anvendelse, kan dette ligeledes medføre højere behov for støtte.

Endvidere er der en række forhold som betinger afsætningsmulighederne for grøn strøm og dermed elprisen. Det drejer sig blandt andet om kapaciteten på transmissionsforbindelser til udlandet samt muligheden for lagring af strøm i Danmark. Derfor er det vigtigt, at transmissionsforbindelserne til udlandet dimensioneres efter udbygningen af vedvarende energi, og at der er hensigtsmæssige rammevilkår for ellagring.

Samlet set er det dog Klimarådets vurdering, at statens risiko ved stor udbygning med havvind er relativt lav, givet erfaringerne med Thor Havvindmøllepark. Der bør i overvejelsen omkring den fremtidige udbygning også tages højde for, at lave ambitioner for udbygning med havvind fører til større risiko for at ende i en alternativ situation, hvor vi mangler grøn strøm. Som omtalt ovenfor medfører mangel på grøn strøm en betydelig risiko for negative klimaeffekter i udlandet.

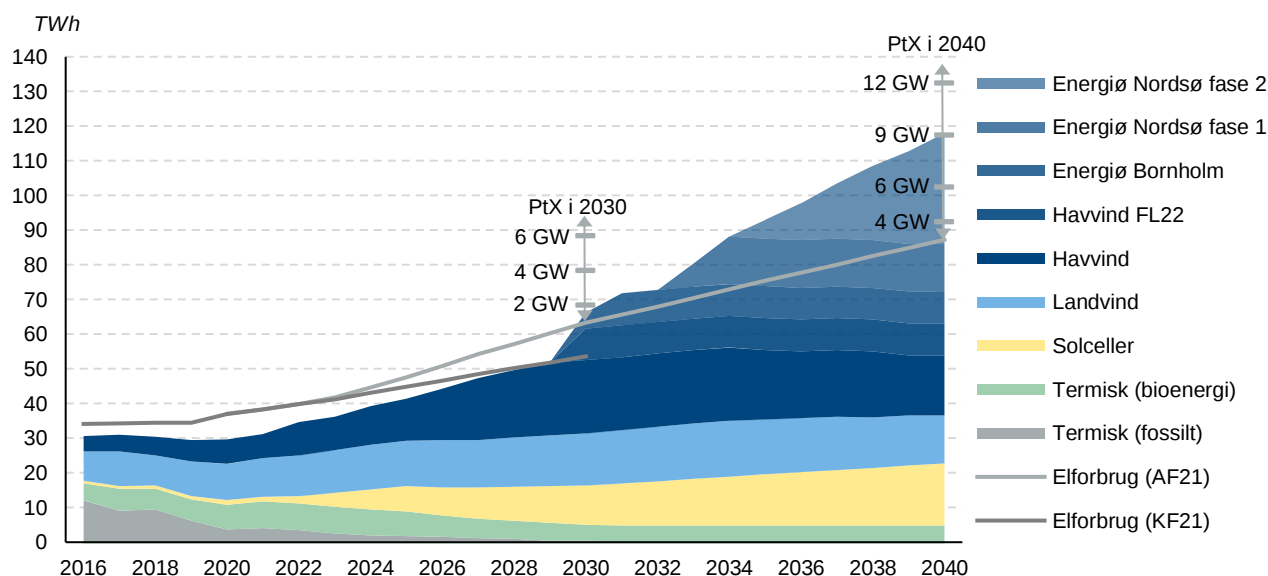
6.4.2 Vurdering af behovet for grøn strøm

I det følgende vurderes det, om der er tilstrækkelig med vedvarende energi til at producere grøn strøm til at dække elforbruget i fremtiden. Vurderingen tager udgangspunkt i, at Danmark bør undgå nettoimport af strøm på årsbasis. Dertil skal så lægges yderligere grøn strøm, afhængigt af hvor stor nettoeksportør man fra politisk side ønsker, at Danmark skal være.

Der er planer om stor udbygning af vedvarende energi på lang sigt

Figur 6.7 viser den forventede udbygning af vedvarende energi i Danmark fra i dag frem til 2040. Fra i dag og frem til 2030 forventes en jævn udbygning af solceller og havvind, der udbygges med henholdsvis 7 GW og 3,5 GW. Fra omkring 2030 og frem til 2040 er det enten besluttet eller annonceret at etablere store, nye havvindmølleparker. Det drejer sig om følgende aftaler:

- **Finanslov 2022 (2 GW).** Som led i finansloven for 2022 er der truffet beslutning om at udbyde yderligere 2 GW havvind til etablering inden udgangen af 2030. I figur 6.7 etableres derfor 2 GW fra 2029-2030, men Klimarådet bemærker, at etableringen potentielt kan ske hurtigere. Det skal nævnes, at regeringen i forbindelse med finansloven har annonceret at fremlægge en analyse, der kan danne grundlag for yderligere 1 GW havvind, som dog ikke er medtaget i figuren.
- **Energiø Bornholm (2 GW).** Energiøen på 2 GW ved Bornholm forventes etableret fra 2030-2032. Klimarådet bemærker, at etableringen potentielt set kan ske hurtigere.
- **Energiøen i Nordsøen, første fase (3 GW).** Energiøen i Nordsøens første fase på 3 GW forventes etableret fra 2032-2034.
- **Energiøen i Nordsøen, anden fase (7 GW).** Energiøen i Nordsøens anden fase forventes at kunne bidrage med yderligere 7 GW.⁷² Der mangler endnu officielle udmeldinger fra regeringen om mere konkrete planer for anden fase, men Klimarådet antager i figur 6.7, at kapaciteten gradvist etableres i perioden 2035-2040.



Figur 6.7 Produktion og forbrug af strøm, samt indikation af yderligere forbrug ved power-to-X-udbygning

Anm. 1: AF21 henviser til analyseforudsætningerne, mens KF21 viser elforbruget i klimafremskrivningen.

Anm. 2: De lodrette linjer viser elforbruget ved forskellige niveauer af power-to-X-produktion ud over, hvad der allerede er inkluderet i analyseforudsætningerne. Det antages, at power-to-X-anlæg har en driftstid på cirka 5.000 fuldstimer pr. år, som følger analyseforudsætningerne. Denne antagelse har stor betydning for elforbruget til power-to-X-anlæg.

Kilder: Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2021*; Energistyrelsen, *Analyseforudsætninger til Energinet 2021* og Klimarådet.

Der mangler vedvarende energi i perioden frem til 2030

Figur 6.7 viser, at der i perioden fra i dag og frem til 2030 mangler vedvarende energi til at møde vores elforbrug. Manglen svarer til omkring 5-8 TWh årligt, hvis man skal dække elforbruget til 70-procentsmålet, samt et voksende elforbrug til datacentre og omkring 1 GW power-to-X i 2030.

Manglen på vedvarende energi opstår på trods af stigende elproduktion fra havvind og solceller. Selvom udbygningstakten af vedvarende energi i fremskrivningen nogenlunde følger det stigende elforbrug, er det altså ikke tilstrækkeligt til at undgå nettoimport frem til 2030. Årsagen er, at der allerede i dag er en betydelig nettoimport af strøm, som fortsætter indtil udbygningstakten overgår stigningen i elforbruget omkring 2030.

Klimarådet anbefaler, at regeringen både skruer op for tempoet og for størrelsen af udbygningen af vedvarende energi. Dermed kan man reducere den forventede nettoimport frem mod 2030. Det kan ske ved både at etablere mere landbaseret sol- og vindenergi, som kan etableres relativt hurtigt, og samtidig forsøge at fremrykke planlagte havvindsprojekter. Fx er det hensigtsmæssigt at forsøge at fremrykke etableringen af planlagt havvind, herunder havvindmølleparkerne aftalt i forbindelse med finansloven for 2022 samt energiø Bornholm. Derudover kan det også være relevant at se på, om man kan forlænge levetiden af de eksisterende land- og havvindmøller, der står til at blive nedtaget inden 2030.

Landbaseret sol- og vindenergi bør placeres på velegnede arealer. Arealanvendelsen i Danmark skal tage højde for en lang række forskellige hensyn, herunder behovet for arealer til landbrug, biodiversitet, rekreation med videre. Hertil kommer de visuelle eller støjmæssige gener, der kan være forbundet med udbygningen af vedvarende energi. Specifikt for solceller, drives udviklingen primært af markanlæg. Det er vigtigt i højere grad også at fokusere på taganlæg, der ikke er i direkte konkurrence med de førnævnte hensyn og samtidig medfører færre gener.

Omkring 2030 er der umiddelbart tilstrækkeligt med vedvarende energi til at nå 70-procentsmålet

Det er positivt, at regeringen har sat gang i udbygningen af havvind. Fra 2030 og frem viser figur 6.7, at nye havvindsprojekter medvirker til, at elproduktionen sandsynligvis vil komme til at matche det stigende elforbrug. Dette gælder dog kun i det omfang, at etableringen af power-to-X begrænses til et niveau på omkring 1 GW, som skønnes kompatibelt med at nå 70-procentsmålet.

Der mangler meget vedvarende energi, hvis der tidligt skal etableres power-to-X i stor skala

Regeringens power-to-X-strategi kræver store mængder strøm. Figur 6.7 viser, hvordan stor power-to-X-produktion på linje med målsætningen i regeringens power-to-X-strategi på 4-6 GW kan påvirke elforbruget. De lodrette linjer viser elforbruget ved forskellige niveauer af power-to-X-produktion ud over en kapacitet på 1 GW i 2030, som allerede er inkluderet i analyseforudsætningerne. På baggrund heraf vurderer Klimarådet, at der i 2030 og i årene før, ikke er tilstrækkelig vedvarende energi til at dække yderligere power-to-X-produktion af betydeligt omfang. Dette vil gøre sig gældende, indtil den planlagte energiø i Nordsøen producerer strøm nok til at dække power-to-X-produktionen. Hvis ikke der etableres yderligere vedvarende energi i sammenhæng med etableringen af power-to-X-anlæggene, vil det betyde, at storskala power-to-X-produktion igennem nogle år vil medføre øgede udledninger uden for Danmarks grænser, fordi Danmark vil skulle øge sin import af strøm.

Klimarådet anbefaler regeringen at etablere mere havvind end planlagt. Dette bør særligt ske for at imødekomme elforbruget til regeringens power-to-X-ambitioner på 4-6 GW i 2030. Desuden giver etablering af ekstra havvind mulighed for nettoeksport af strøm til vores nabolande. I forbindelse med finansloven for 2022 ser regeringen på muligheden for at etablere 1 ekstra GW udover det allerede planlagte. Klimarådet anbefaler, at der hurtigst muligt etableres mere end 1 ekstra GW for at imødekomme elforbruget til power-to-X.

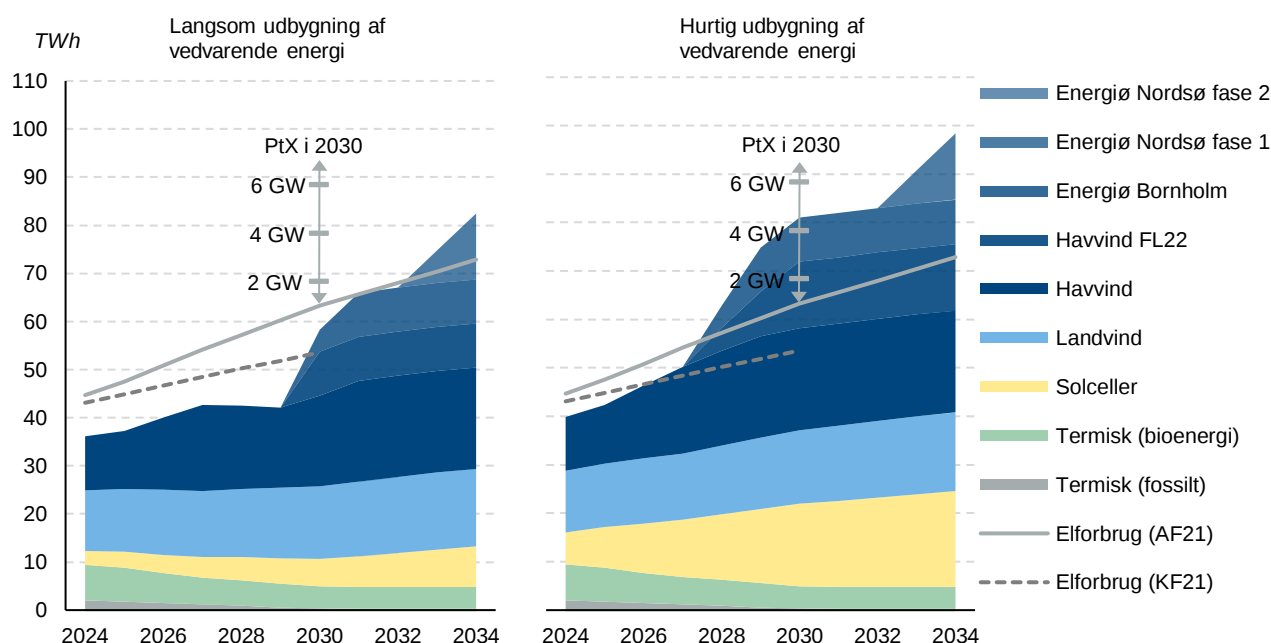
Usikkerheder omkring etablering af forventet vind- og solenergi kan øge manglen på grøn strøm

Frem mod 2030 forventes en markant udbygning af sol- og vindenergi. Denne udbygning er særligt drevet af havvind med 2 GW fra havvindmølleparkerne Thor og Hesselø, 700 MW fra kystnær havvind samt solcelleanlæg på marker, der bidrager med omkring 7 GW. Disse tal er dog usikre. Fx angives det i analyseforudsætningerne, at solcelleudbygningen og udbygningen med kystnær havvind er forbundet med stor usikkerhed. Ligeledes er udbuddet af Hesselø sat på pause, fordi forundersøgelsen har konstateret blødt ler under havbunden, som er en udfordring i forbindelse med etableringen.⁷³

Klimarådet ser en betydelig risiko for, at behovet for yderligere udbygning kan vise sig endnu større, end det illustreres i figur 6.7. Hvis det eksempelvis kun er muligt at etablere halvdelen af den forventede udbygning af solceller på marker, fås et ekstra elbehov på omkring 5 TWh i 2030, som så skal dækkes af ekstra solceller på tage, landvind eller havvind.

Figur 6.8 illustrerer alternative forløb til figur 6.7. I figurens venstre del etableres kun halvdelen af den forventede solcellekapacitet, og Hesselø havvindmøllepark etableres først to år senere end forventet i analyseforudsætningerne. En sådan udvikling øger behovet for yderligere grøn strøm i perioden frem til 2030. Samtidig forstærkes manglen på grøn strøm til power-to-X i 2030 yderligere.

Omvendt kan der også opstå en situation, hvor udbygningen sker hurtigere end forventet. Højre del af figur 6.8 illustrerer et andet alternativt forløb, hvor Energiø Bornholm etableres to år tidligere end analyseforudsætningerne, og hvor havvindskapaciteten besluttet i forbindelse med finansloven for 2022 hæves til i alt 3 GW, der løbende etableres fra 2028. Samtidig etableres der 50 procent flere solceller frem mod 2030 end i analyseforudsætningerne. En sådan udbygning er i bedre balance med regeringens power-to-X-ambitioner, selvom der stadig mangler grøn strøm, hvis power-to-X-kapaciteten når helt op på 6 GW i 2030.



Figur 6.8 Alternative udviklingsforløb for udbygningen med vedvarende energi

Anm.: Beskrivelsen af de alternative forløb er angivet i teksten.

Kilder: Energistyrelsen, *Klimastatus og –fremskrivning 2021*; Energistyrelsen, *Analyseforudsætninger til Energinet 2021* og Klimarådet.

6.4.3 Rammer for udbygningen af vedvarende energi

I det følgende fremlægger Klimarådet en række forslag til, hvordan udbygningen af vedvarende energi kan fremmes eller forbedres. Forslagene kan indgå i udarbejdelsen af regeringens kommende energi- og forsyningsudspil, som forventes fremlagt i foråret 2022.

Der er et betydeligt potentiale på tværs af alle vedvarende energi-teknologier

Der er et stort uudnyttet teknisk potentiale for både solceller, landvind og havvind. Tabel 6.5 viser en grov vurdering af potentialet fordelt på forskellige teknologier ud over den allerede planlagte udbygning i figur 6.7. Tallene i tabellen skal betragtes som et teknisk potentiale, der kun i begrænset omfang tager højde for økonomiske parametre og samfundsøkonomiske omkostninger som blandt andet visuelle gener. I tabellen angives både kapaciteten i GW og omregningen til potentiel elproduktion i TWh, så der kan foretages en mere relevant sammenligning på tværs af de forskellige teknologier. Det tekniske potentiale er særlig højt for havvind placeret minimum 15-20 km fra kysten. Dog er der også et betydeligt teknisk potentiale for solceller placeret på marker, landvind og kystnær havvind, samt et begrænset teknisk potentiale for solceller placeret på industritage.

I tabel 6.5 er der nævnt en række faktorer, som påvirker potentialernes størrelse betydeligt. Det er særligt hensynet til andre typer arealanvendelse, der bestemmer det faktiske potentiale. Det er Klimarådets vurdering, at der for langt de fleste teknologier endnu er et betydeligt potentiale.

Potentialet for solcelleanlæg på marker er i særlig grad afhængig af hensynet til andre typer arealanvendelse. I mange tilfælde vil muligheden for opførelse af et markbaseret solanlæg være udelukket på grund af særlige restriktioner, eller fordi der findes en bedre alternativ anvendelse af arealet. Det nuværende landbrugsareal i Danmark udgør omkring 2,6 mio. hektar, og hvis 1-2 procent af dette konverteres til solceller, medfører det en udbygning på omkring 15-30 GW. Det svarer til 22-44 TWh. Når der søges arealer til markbaseret solanlæg, bør man i udgangspunktet gå efter landbrugsarealer, der i forvejen har lav produktionsværdi, lavt biodiversitetspotentiale, og som ikke egner sig til rekreation. Det bør i den sammenhæng undersøges, om arealer, der frigives ved udtagning af lavbundsgrunde, inklusiv randarealer, kan og bør anvendes til solceller.

Tabel 6.5 Groft skøn over det tekniske potentiale for udbygning af vedvarende energi i Danmark

Teknologi	Teknisk potentiale	Potentialet afhænger blandt andet af	Kilde
Havvind	Højt: > 50 TWh (> 11 GW)	- Hensyn til anden arealanvendelse, fx fiskeri, militære områder, sejlrunder med videre - Havdybde og evt. kommercialisering af flydende havvind - Hensyn til naturbeskyttelse og biodiversitet - Havbundsforhold - Afstand til kysten	Energistyrelsen ⁷⁴
Solceller på mark	Mellem: 10-50 TWh (7-34 GW)	- Hensyn til anden arealanvendelse, fx landbrug, skovbrug, naturområder med videre - Visuelle gener	Klimarådets vurderinger
Landvind	Mellem: 10-50 TWh (3-17 GW)	- Hensyn til anden arealanvendelse, fx landbrug, skovbrug, naturområder mv - Afstandskrav til bebyggelse - Tilladt møllehøjde - Begrænsning af samlet antal vindmøller (vindmølleloftet) - Støj og visuelle gener	Energistyrelsen ⁷⁵
Kystnær havvind	Mellem: 10-50 TWh (3-13 GW)	- Hensyn til anden arealanvendelse, fx fiskeri, militære områder, sejlrunder med videre - Havbundsforhold - Hensyn til naturbeskyttelse og biodiversitet - Visuelle gener	Energistyrelsen ⁷⁶
Solceller på industritage	Lavt: < 10 TWh (< 8 GW)	Minimumsstørrelse af industritage	Mathiesen m.fl. (2017) ⁷⁷ og Energistyrelsen ⁷⁸

Anm. 1: Potentiale er angivet og sorteret efter årlig elproduktion (TWh), mens den tilsvarende kapacitet (GW) er angivet i parentes.

Anm. 2: Lokal modstand og nogle rammevilkår som støtte eller tilslutningsregler har i princippet ikke indflydelse på potentialets størrelse, selvom det kan være en hindring for udbygningen af vedvarende energi.

Kilder: Angivet i tabellen.

Alle teknologier skal i spil

Energiplanlægningen skal balancere en række forskellige hensyn. Det drejer sig fx om teknologiers etableringstid, produktionsmønstre, etableringsomkostninger og potentielle eksterne omkostninger, fx naturpåvirkning samt støjmæssige og visuelle gener. Det er vigtigt at erkende, at eksterne omkostninger eller eksternaliteter, som fx visuelle gener, bør betragtes som en reel samfundsøkonomisk omkostning, der bør medtages i den overordnede energiplanlægning.

Havvind rummer det største potentiale og medfører relativt få støjmæssige og visuelle gener. Samtidig har det seneste udbud af Thor havvindmøllepark givet indikationer af, at fremtidig havvind kan opsættes støttestøt, hvis

det etableres under gunstige geografiske og finansielle forhold. Det betyder, at havvind ikke nødvendigvis skal betragtes som en dyr samfundsøkonomisk løsning.

Tre forhold gør, at man dog ikke udelukkende bør fokusere på havvind. For det første tager det lang tid at etablere en havvindmøllepark. Det er problematisk i betragtning af, at der mangler grøn strøm på kort sigt til at dække vores eget forbrug. For det andet kan det være gavnligt for balanceringen af elnettet at have forskellige typer vedvarende energikilder for at udnytte teknologiernes forskellige produktionsmønstre. Når vinden ikke blæser, er det således gavnligt at kunne producere strøm fra solceller og omvendt. For det tredje kan der være fordele ved, at produktionen af strøm er geografisk spredt ud over hele landet og om muligt befinder sig tæt på storbyer og energitung industri. Dette kan bidrage til at sænke energitab og omkostninger i forbindelse med transmission og distribution af strøm.

Samlet set er det vigtigt at udnytte potentialet på tværs af alle teknologier. Derfor er det positivt, at regeringen og aftalepartierne i forbindelse med finansloven for 2022 har sat fokus på rammerne for vedvarende energi på land og kystnære havvindmøller. Klimarådet ser frem til, at der som annonceret udgives et redskabskatalog, der skal styrke udbygningen af sol- og vindenergi på land, og opfordrer til, at der hurtigst muligt herefter bliver truffet konkrete beslutninger, der skruer op for udbygningen.

Uvished om fremtiden kræver planlægning af havvind, der er på forkant med elforbruget

Datacentre og power-to-X er to elementer, der skaber en høj grad af usikkerhed om det fremtidige elforbrug. Det gør det svært at fastsætte behovet for vedvarende energi i fremtiden og vanskeliggør dermed den langsigtede energiplanlægning. Udfordringen består i, at datacentre og power-to-X-anlæg forbruger meget strøm og kan etableres relativt hurtigt, mens havvindmølleparker tager syv til ni år at planlægge og bygge. Klimarådet foreslår derfor, at regeringen undersøger, hvordan udbygning af havvind kan komme mere på forkant med elforbruget.

Når havvind i dag bliver udbudt af staten, sker det overordnet i to faser. Den indledende fase starter med en politisk beslutning om at opføre havvind og løber frem til, at den endelige udbudsvinder er fundet. I denne fase screenes og udpeges relevante områder til etablering, samtidig med at der foretages forundersøgelser af havbunden, miljøundersøgelser og lignende. For de seneste tre udbud i Danmark – Horns Rev 3, Krigers Flak og Thor – har denne fase varet tre til fem år. Den næste fase forløber fra udbudsvinderen er fundet og frem til havvindmølleparken sættes i drift. Processen med at opføre parkerne har for Horns Rev 3 og Krigers Flak varet omkring fire til fem år.

En alternativ tilgang kunne forløbe i to separate trin. Tilgangen kunne designes sådan, at man tidligt påbegynder den indledende fase for et stort antal havvindmølleparker, men først igangsætter selve opførelsen, efterhånden som man opnår tilstrækkelig vished om elforbruget. Eksempelvis kunne man allerede nu screene og forberede til ekstra havvind betydeligt ud over det planlagte, og så sende de ekstra parker i udbud, når det står klart, at der er behov for den ekstra elproduktion. Hermed vil etableringstiden for ny havvind i praksis kunne reduceres fra de nuværende syv til ni år til under fem år. Omkostningerne til forberedelse af et stort antal havvindmølleparker skal naturligvis afvejes over for værdien af at have muligheden for at øge kapaciteten af havvind hurtigere end i dag, men det er her værd at bemærke, at de tidlige undersøgelser og forberedelser forud for et udbud typisk udgør en meget lille del af den samlede omkostning ved etablering af en stor havvindmøllepark.

Udbud af havvind bør sikre stor konkurrence

Det seneste udbud af Thor havvindmøllepark varsler en nye æra for dansk havvind. Som nævnt viste udbuddet, at havvind kan etableres støttefrit. Faktisk vil udbuddet bibringe en indtægt på 2,8 milliarder kr., som udbudsvinderen skal betale til staten. Samtidig skal udbudsvinderen selv dække omkostningerne ved at etablere transmission fra hav til land.

Udbuddet tydeliggjorde et behov for at gentænke udbudsmodellen. Ved udbuddet bød fem virksomheder den samme, lavest tilladte støttesats, og udbuddet endte derfor i en lodtrækning. Dermed tillod man ikke virksomhederne at konkurrere fuldt ud, og det er altovervejende sandsynligt, at øget konkurrence havde resulteret i en højere indtægt til staten. I fremtidige udbud kan myndighederne fx tillade mere konkurrence ved at hæve betalingsloftet til staten. En anden mulighed kunne være at lade andre parametre indgå i bedømmelseskriterierne, hvis der er lighed om budprisen. Det kunne fx være livcyklusanalyser af havvindmølleparken som helhed,

vurderinger af havvindmølleparkens potentielle gavnlige effekter på havmiljøet eller energiselskabets bidrag til innovation og udvikling inden for havvind.

Klimarådet bemærker, at regeringen og aftalepartierne i forbindelse med finansloven for 2022 har aftalt at drøfte den kommende udbudsmodel med udgangspunkt i et oplæg fra regeringen. Klimarådet anbefaler i den forbindelse, at kommende udbud bør sikre en høj grad af konkurrence blandt budgivere.

Udbygning af infrastruktur kan potentielt set blive en stor investering

I de kommende år kan der blive behov for en udbygning og tilpasning af elnettet i Danmark og transmissionsforbindelser til udlandet. Det skyldes den forventede betydelige stigning i elforbruget og udbygningen af vedvarende energi fra blandt andet havvind. Dette vil formentlig resultere i betydelige investeringer, og er et forhold, der også bør tages hensyn til, når den fremtidige elforsyning planlægges. Udgiften hertil vil være påvirket af tre ting: typen og placeringen af nye vedvarende energikilder og nye elforbrug, hvordan udbygningen af infrastrukturen etableres (fx luft- eller jordkabler) og af de fremadrettede krav til forsyningssikkerhed.

Der bør skabes tilstrækkelig transparens omkring, hvad der driver omkostningerne forbundet med fremtidig udbygning af transmission, og det vil være fremmende for den offentlige debat om udviklingen af energisektoren, hvis Energinet og Energistyrelsen tilvejebringer en høj grad af transparens på dette område. På den måde vil det være lettere at vurdere de samlede omkostninger ved øget udbygning af vedvarende energi og stigende elforbrug, fx fra datacentre eller produktion af power-to-X.

Udbygningen med kystnær havvind via åben-dør ordningen er relativ lille

Kystnær havvind kan i dag opstilles via åben-dør ordningen. Det er en ordning, hvor private udviklere på eget initiativ kan rette henvendelse til myndighederne med ønske om etablering af havvindmølleprojekter op til 15 km fra kysten. Som udgangspunkt opføres projekterne på rene markedsvilkår uden indtjeningsmulighed for staten. Ordningen er blevet justeret i 2021, hvor blandt andet den kommunale indsigelsesret blev skærpet. Justeringen medfører, at alle kommuner beliggende inden for 15 km fra et projekt nu har vetoet til at stoppe projektet, hvis det fx går imod den folkelige opbakning i kommunen.

Udbygningen af kystnær havvind frem mod 2030 er relativ begrænset. I følge en undersøgelse fra Energistyrelsen er der under den forudgående ordning fra før 2021 ikke opført projekter siden 2010.⁷⁹ Der er dog modtaget en række ansøgninger, som potentielt kan bidrage med 2-3 GW (opgjort pr. 1. januar 2021). Ifølge analyseforudsætningerne antages en udbygning på 700 MW frem mod 2030, men det anføres, at estimatet er forbundet med stor usikkerhed. Der er, så vidt vides, ikke modtaget nye ansøgninger under den nye ordning fra 2021.

Åben-dør ordningen kan potentielt ændres igen. Hvis det observeres, at ordningen ikke benyttes, kan regeringen fx overveje at lempe på indsigelsesretten eller udvide etableringsområdet udover 15 km fra kysten. Det skal dog bemærkes, at ordningen dermed risikerer at have geografisk overlap med udbygning af havvind længere fra kysten.

Vedvarende energi på land kan fremmes yderligere

Vedvarende energi på land møder i dag en række forskellige udfordringer. Derfor er det positivt, at der i forbindelse med finansloven for 2022 er afsat midler til grøn myndighedsbetjening, der skal styrke sagsbehandlingen i sager vedrørende grøn omstilling. I det følgende oplister Klimarådet en række mulige tiltag, som kan hjælpe udviklingen på vej, og som kan bidrage til at sænke barriererne for yderligere udbygning.

Koordination mellem stat og kommune

Som udgangspunkt er det godt, at udviklingen af vedvarende energi på land drives på kommunernes eget initiativ. Det er med til at sikre en lokal forankring af den grønne omstilling på tværs af landet. Dog kan der opstå situationer, hvor en stærkere koordination mellem stat og kommune kan fremme den grønne omstilling yderligere. Fx er der flere eksempler på, at kommunalpolitikere efterlyser en overordnet plan med udbygningen, som kan bruges som løftestang til udbygning af vedvarende energi i kommunen. Derudover kan der også observeres en tendens til, at udbygning er skævt fordelt imellem kommunerne. Dette kan give anledning til utilfredshed blandt de kommuner, der påtager sig et stort ansvar for udbygningen. For at imødekomme nogle af disse problemer kan

staten fx agere mere proaktivt og fremlægge en ønsket udbygningsplan på tværs af kommuner, eventuelt med individuelle opfordringer til hver enkelt kommune.

En udbygningsplan kan udformes i kombination med en generel plan for national arealanvendelse. Denne bør tage højde for, at det samlede areal i Danmark er begrænset, og at der er en lang række forskellige behov, som skal imødekommes på den bedst mulige måde. Der skal fx både være plads til vedvarende energiproduktion, biodiversitet, rekreation, produktions- eller klimaskov, landbrug, bebyggelse og infrastruktur. Nogle af disse behov er modstridende, mens en række behov med fordel kan kombineres. Fx bør det overvejes at justere naturbeskyttelseslovgivningen, så der kan opstilles vindmøller i produktions- eller klimaskov. Det er vigtigt at påpege, at en eventuel udarbejdelse af en generel plan for arealanvendelsen i Danmark, ikke må forsinke udbygningen af vedvarende energi på land nævneværdigt.

Samspil mellem berørte borgere og myndigheder

Vedvarende energi kan møde lokal modstand. Selvom der allerede i dag findes en række ordninger, der forsøger at øge den sociale accept af vedvarende energiprojekter, er der stadig betydelige udfordringer. Der er fx stadig mange eksempler på, at projekter bliver bremset af lokal modstand. Det er, som nævnt tidligere, vigtigt at erkende, at gener udgør en reel, og oftest ulige fordelt, samfundsøkonomisk omkostning, som der bør tages hånd om.

I nogle tilfælde kan det være en god ide at arbejde med at forbedre samspillet mellem berørte borgere og myndigheder. Det kan fx dreje sig om at forbedre processen omkring udbygningen af vindenergi med henblik på at øge niveauet af inddragelse, gennemsigtighed og medbestemmelse.⁸⁰ Staten kan overveje at hjælpe kommunerne, hvis det vurderes, at de ikke har tilstrækkelige ressourcer eller kapacitet til at skabe en inddragende og gennemsigtig proces. Det gælder særligt under den nuværende udvikling, hvor projekter med sol- og vindenergi gradvis bliver større og mere komplicerede og derfor mere ressourcekrævende at håndtere. Det bør samtidig overvejes, at forbedre mulighederne for økonomisk kompensation og medejerskab.

Potentiale for tagbaserede solceller

Klimarådet estimerer et potentiale på omkring 3-4 GW for tagbaserede solcelleanlæg på flade industritage. Potentialet er udover, hvad der antages udbygget i analyseforudsætningerne og er baseret på kilderne angivet i tabel 6.5. Dertil kommer et potentiale på andre tagarealer, fx private huse, kontorer og offentlige bygninger, hvoraf kommunerne udgør den største andel af sidstnævnte. Flere aktører peger på, at en ændring i rammevilkårene for tagbaserede solcelleanlæg kan sænke barriererne for, at virksomheder og kommuner nemmere kan udnytte deres tagarealer. Fx bemærker kommunerne, at afgiftsniveauet på strøm fra egenproduktion er en betydelig hindring for yderligere udbygning. Selvom tagbaserede solcelleanlæg alt andet lige er dyrere end markanlæg, bør de samfundsøkonomiske omkostninger vejes op imod, at taganlæg medfører færre visuelle gener og samtidig ofte kan placeres tæt på elforbruget, hvilket sænker omkostningerne til netkapacitet. Mens de samfundsøkonomiske fordele i forhold til netkapacitet bør afspejles i nettarifferne, bør regeringen overveje at justere de økonomiske rammer for egenproduktion, herunder kommuneres betaling af elafgift. Samtidig bør regeringen være lydhør over for eventuelle udfordringer med at forstå og efterleve specifikke lovkrav.

Udbygning af elnettet

Stigende elektrificering og udbygning af vedvarende energi kræver udbygning af elnettets kapacitet. Samtidig er store dele af elnettet ved at have udlevet sin tekniske levetid og står derfor over for reinvesteringer og fornyelse.⁸¹ Manglende kapacitet i elnettet betyder, at nye sol- og vindprojekter ikke kan blive tilkoblet elnettet. Flere eksempler viser, at dette enten forsinker udbygningen af vedvarende energi eller medfører, at opstillere af vedvarende energi dropper deres projekter. Ifølge Energinet kan det tage 2-5 år at tilslutte sol- og vindenergi transmissionsnettet. Hvis der derudover også er brug for forstærkninger på transmissionsnettet, kan det i værste fald tage op til 10 år, før den vedvarende energi er endeligt indpasset.⁸² Ifølge Energinet, er der allerede i dag flere strækninger, hvor transmissionsnettet har behov for forstærkninger, eksempelvis mellem Lolland og Sydsjælland, mellem Køge og Roskilde og i Vestjylland.⁸³

Kapacitetsforøgelser og forstærkninger af elnettet har høje omkostninger og lang levetid. Det er derfor vigtigt at planlægge langsigtet. Tidligere har elforbruget udviklet sig langsomt, og det har derfor været mere simpelt at fremskrive elforbruget og dermed de nødvendige netudbygninger. Det har været med til at sikre stabile priser og en samfundsøkonomisk udbygning af elnettet.

I dag står Energinet og netselskaberne over for forandrede vilkår for den fremtidige planlægning. Som illustreret i figur 6.7 estimerer analyseforudsætningerne mere end en fordobling af elforbruget frem mod 2040, og derfor er der brug for en massiv udbygning af elnettet. Samtidig er fremskrivningen af elforbruget behæftet med betydelig usikkerhed, hvilket samlet set nødvendiggør en ændring i rammevilkårene for investeringer i elnettet. Der er allerede nu mange nye tiltag på vej, der støtter op omkring denne udvikling. Fx er der i juni 2021 vedtaget en politisk aftale, der justerer indtægtsrammen for netselskaber, og som skal understøtte en rettidig udbygning af elnettet.⁸⁴ Derudover er der et vigtigt løbende arbejde i gang omkring nye tarif- og afgiftsstrukturer, fleksibilitetsmekanismer samt muligheder lokalt forbrug og produktion.

Det bør være en politisk topprioritet, at elnettet ikke udgør en barriere for yderligere udbygning af vedvarende energi. Regeringen bør identificere eksisterende flaskehalse og samtidig holde skarpt øje med, om de iværksatte justeringer muliggør en rettidig udbygning af elnettet. Hvis der identificeres problemer, der ikke kan håndteres inden for de nuværende og kommende rammevilkår, kan der være behov for en mere generel og langsigtet ændring af tilgangen for udbygningen. Denne skal både kunne håndtere en fremtid med et øget behov for netudbygning, reinvesteringer i det eksisterende net og en stigende usikkerhed for den langsigtede planlægning.

Direkte linjer og lokale energifællesskaber

Direkte linjer og lokale energifællesskaber repræsenterer en mulig udvikling, hvor virksomheder og borgere i højere grad kan producere og forbruge energi uden om det kollektive elnet. Direkte linjer er et elkabel mellem elproduktion og virksomheders elforbrug, mens der med lokale energifællesskaber forstås en organisering, hvor borgere delvist afkobles fra den kollektive energiinfrastruktur. Både direkte linjer og energifællesskaber er interessante for udbygningen af vedvarende energi, fordi de kan bidrage til at øge produktionen af grøn strøm og samtidig sænke belastningen af elnettet.

Energistyrelsen har i december 2021 udgivet en analyse, der belyser forskellige modeller for, hvordan brugen af direkte linjer kan anvendes og reguleres i fremtiden.⁸⁵ Klimarådet anser brugen af direkte linjer som et potentielt vigtigt tiltag til at stimulere udbygningen af vedvarende energi, hvis det vurderes hensigtsmæssigt ud fra et samfundsøkonomisk perspektiv.

For borgere udgør lokale energifællesskaber en mulighed for at deltage aktivt i omstillingen.⁸⁶ I lokale energifællesskaber er ideen, at både varme og strøm i højere grad produceres og forbruges lokalt, samtidig med at energifællesskabet tilskynder til øget energieffektivisering og fleksibelt forbrug. I forbindelse med finansloven for 2022 er der afsat midler til at udvikle mulighederne for lokale energifællesskaber. Selvom lokale energifællesskaber kun i relativt begrænset omfang kan mindske manglen på vedvarende energi frem mod 2030, er der et spændende potentiale på længere sigt.

6.4.4 Klimalovens guidende principper og vedvarende energi

Udbygningen af vedvarende energi bør ske i lyset af klimalovens guidende principper. De forudgående afsnit har allerede skitseret principperne om, at Danmark skal være et grønt foregangsland, og at kulstoflækage til udlandet bør minimeres. Der er imidlertid en række andre guidende principper, som også er relevante i forhold til udbygningen af vedvarende energi, hvoraf nogle af dem allerede har fungeret som baggrund for argumentationen i analysen. I boks 6.9 oplistes de guidende principper, der alle vurderes at være relevante i forhold til udbygning af vedvarende energi.

Boks 6.9 Klimalovens guidende principper og vedvarende energi*Foregangsland*

Danmark kan være et foregangsland på klimaområdet på en række forskellige måder. En af dem kan være en høj udnyttelse af egne vedvarende energiresourcer, som fx havvind, som giver mulighed for eksport af grøn strøm eller grøn energi i bredere forstand. En anden måde kunne være, at Danmark medvirker til fortsat at drive teknologiudviklingen inden for områder som havvind eller power-to-X. Inden for havvind har Danmark en veletableret position som foregangsland, som der bør være fokus på at fastholde.

Omkostningseffektivitet

En omkostningseffektiv omstilling indebærer prioritering af vedvarende energipotentialer med relativt lave omkostninger. I denne prioritering bør man ikke kun se på etablerings- og driftsomkostninger, men også inddrage sammenhængen til det samlede energisystem fx i forhold til behovet for netforstærkninger, reservekapacitet med videre. Her er det vigtigt at påpege, at en kombination af både sol- og vindenergi kan hjælpe med balanceringen af elnettet, på grund af deres forskellige produktionsmønstre. Ligeledes bør man forsøge at indregne omkostninger i form af eksternaliteter, fx visuelle gener, støj, negative naturpåvirkninger og miljøkonsekvenser.

Bæredygtig erhvervsudvikling og dansk konkurrencekraft

Særligt udviklingen inden for havvind får stor international opmærksomhed, og Danmark har igennem de seneste årtier markeret sig som en vigtig aktør i udviklingen og kommercialiseringen af havvind. Dette skyldes en bred vifte af aktører inden for både forskning og udvikling, producenter af vindmøller, udviklere og ejere af vindmølleparker og offentlige myndigheder. Et fortsat fokus på udviklingen af havvind må forventes at bidrage positivt til fortsat erhvervsudvikling og dansk konkurrencekraft.

Offentlige finanser

Der er indikationer på, at havvind i fremtiden kan etableres støttefrit og potentielt set bidrage med en indtægt til staten. Det er vigtigt, at havvind betragtes som et fælles samfundsgode, der bør udnyttes effektivt og om muligt sikre en indtægt til staten. Derfor vurderer Klimarådet, at øget udbygning med vind og sol ikke vil belaste statskassen i betydeligt omfang.

Beskæftigelse

Der kan være et betydeligt jobpotentiale ved udbygningen af vedvarende energi. Eksempelvis peger Dansk Energi på, at der i forbindelse med etableringen af kommende havvindmølleparker, herunder energiøen ved Bornholm og i Nordøen, vil være behov for op til omkring 25.000 årsværk.⁸⁷ Disse jobs kan i et vist omfang være med til at øge beskæftigelsen i dele af Danmark, hvor beskæftigelsen ellers forventes at falde, som resultat af en generel drivhusgasafgift.⁸⁸ Det er vigtigt at have fokus på at sikre tilstrækkelige mængder kvalificeret arbejdskraft. Dette gælder både for udbygningen af vedvarende energi og for kommende netforstærkninger og –udvidelser.

Social balance og sammenhængskraft

Det er vigtigt, at udbygningen af vedvarende energi balancerer en række forskellige hensyn, herunder lokal opbakning til fx landvind og solceller. Den generelle opbakning til den grønne omstilling er høj i den danske befolkning, og der skal værnes om opbakningen for at sikre den sociale sammenhængskraft. Derfor er det vigtigt fx at skabe inddragende og gennemsigtige processer for berørte borgere og om nødvendigt forbedre muligheden for økonomisk kompensation.

Kulstoflækage

Flere af vores nabolande er ikke fuldt omstillede til grøn elproduktion. Derfor er der en risiko for, at danske elektrificeringstiltag medfører øgede udledninger i udlandet, hvis ikke der er tilstrækkelige mængder grøn strøm i Danmark. Risikoen for, at klimateffekten af elektrificeringstiltag forringes, er særlig stor for power-to-X, som anvender store mængder strøm relativt til reduktionspotentialet. Klimarådet fremhæver derfor, at der bør etableres nok vedvarende energi til, at Danmark undgår nettoimport af strøm.

6.5 Perspektiver for power-to-X

Det er afgørende at finde alternativer til fossile brændstoffer, så klimapåvirkningerne ved brugen af brændstofferne reduceres. Direkte elektrificering vil ofte være at foretrække, men er ikke altid teknisk muligt eller økonomisk attraktivt. Her er en mulig erstatning til fossile brændstoffer at omdanne elektricitet til forskellige brændstoffer, materialer og kemikalier. Dette kaldes power-to-X. Med power-to-X kan der både produceres produkter med og uden kulstof, og derfor kan teknologien godt være forenelig med behovet for at begrænse vores brug af kulstof. Det kan blive helt afgørende i omstillingen til nettonuludledning, som vi så i kapitel 3. Produktionen af power-to-X-produkter kræver dog et stort elforbrug. Derfor afhænger klimagevinsten ved power-to-X i høj grad af, hvor grøn strømmen, der anvendes, er. Det store elforbrug betyder samtidig, at storskala power-to-X vil kunne få stor indvirkning på det danske energisystem. Det er derfor vigtigt, ikke bare hvordan power-to-X fremstilles, men også hvor fremtidige power-to-X-anlæg placeres, og hvordan udbygningen times i forhold til udbygningen med vedvarende energi.

Klimarådets anbefalinger

- Klimarådet anbefaler, at regeringens ambitionsniveau for power-to-X på 4-6 GW bruges som sigtelinje, under forudsætning af at elforbruget hertil modsvares af udbygning med vedvarende energi, så produktionen af power-to-X-produkter overvejende baseres på grøn strøm. Uden tilstrækkelig grøn strøm risikerer power-to-X at øge de globale udledninger på kort sigt.
- Klimarådet anbefaler, at regeringen i den fremtidige indsats og planlægning af power-to-X prioriterer direkte elektrificering over power-to-X. Når der anvendes power-to-X-brændstoffer, bør regeringen prioritere kulstoffrie brændstoffer over kulstofholdige i de slutanvendelser, hvor det er muligt.
- Klimarådet anbefaler, at regeringen inkluderer det forventede behov for grønne brændstoffer til omstilling af den danske del af udenrigsskibs- og luftfart i planlægningen for power-to-X frem mod 2050. Power-to-X-brændstoffer vil forventeligt blive et afgørende element i omstillingen af disse sektorer.
- Klimarådet anbefaler, at regeringen arbejder for, at power-to-X-anlæg placeres hensigtsmæssigt i forhold til elnettet. Det kan fx faciliteres ved at indføre fleksible nettariffer, der er tidsmæssigt og geografisk differentierede. Indførelsen af sådanne mere omkostningsægte tariffer bør ske inden etablering af power-to-X i stor skala.

Udgangspunktet for power-to-X er elektrolyse, hvor strømmen anvendes til at spalte vand til brint og ilt. Brinten kan enten anvendes direkte i fx lastbiler eller industrien eller bruges til produktion af andre elektrobrændstoffer som metanol, ammoniak og e-jet fuel eller til forskellige materialer og kemikalier. Brændstoffer produceret ved power-to-X kaldes for elektrobrændstoffer, electrofuels eller e-fuels. Som alternativ til power-to-X kan brinten også produceres på baggrund af fossile brændstoffer eller biomasse i stedet for elektrolyse. Produceres brinten fra fossile brændstoffer, vil det medføre en drivhusgasudledning. Hvis produktionen af brint fra fossile brændstoffer sker sammen med brug af CCS, vil størstedelen af disse udledninger dog kunne indfanges, men ikke alle.⁸⁹

6.5.1 Planer og strategier for power-to-X i Danmark og EU

Udviklingen af power-to-X i Danmark afhænger i høj grad af private aktørers investeringslyst og de rammevilkår og planer, som besluttet i Danmark og i EU. De seneste år har resulteret i en udvikling på alle disse fronter, og udviklingen af power-to-X i Danmark kan derfor pludselig komme til at gå ganske hurtigt.

Branchen har planer om en stor udbygning af power-to-X frem mod 2030

Flere private selskaber har de seneste par år udmeldt planer om elektrolyseanlæg i Danmark. For tiden er der udmeldt projekter med i alt omkring 6-7 GW elektrolysekapacitet i 2030. De udmeldte projekter varierer betydeligt i størrelse helt fra demonstrationsanlæg på under 1 MW til produktionsanlæg i storskala på 1,3 GW. En stor del af projekterne skal efter planerne etableres inden eller omkring 2025. Det gælder fx virksomhederne H2 Energy Europe og Høst, som begge har planer om anlæg i GW-størrelsen i henholdsvis 2024 og 2025.⁹⁰

De fleste af branchens udmeldte projekter er stadig på et forholdsvist tidligt stadie. Det er derfor langt fra sikkert, at projekterne ender med at blive etableret i de udmeldte størrelser på de udmeldte tidspunkter, eller at projekterne overhovedet bliver realiseret. Produktionsomkostningerne for elektrobrændstoffer vil frem mod 2030 være betydeligt højere end omkostningerne ved at producere fossile brændstoffer.⁹¹ Derfor vil branchen være afhængig af muligheder for støtte til power-to-X-anlæg.

Støtte kan enten gives som direkte støtte til fx produktionen eller forbruget af produkterne, eller den kan gives som indirekte støtte i form af fx en drivhusgasafgift på udledningen fra fossile brændstoffer. Trods de høje indledende produktionsomkostninger giver udmeldingerne om de planlagte anlæg en tydelig indikation af, at branchen ser et stort potentiale for at etablere power-to-X-anlæg i Danmark inden for de kommende år.

Regeringens strategi sigter mod høj kapacitet af power-to-X i 2030

Regeringen ser også et stort potentiale for power-to-X i Danmark. I *Regeringens strategi for POWER-TO-X* foreslås det, at Danmark sigter efter at etablere op mod 4-6 GW elektrolysekapacitet i 2030. Anvendelse af power-to-X vil ifølge strategien kunne bidrage med en drivhusgasreduktion på 2,5-4,0 mio. ton CO₂ i 2030. Heraf vurderes det, at op til 2 mio. ton kan bidrage til at opfylde det danske 70-procentsmål. I strategien beskrives, at bidraget især kan ske ved at bruge elektrobrændstoffer i indenrigsskibsfarten og i den lette og tunge vejtransport.

Regeringens strategi fremhæver en række formål med at sigte mod 4-6 GW. I strategien nævnes det blandt andet, at udbygningen skal understøtte Danmarks eksport- og erhvervspotentialer inden for power-to-X. Det nævnes også, at udbygningen kan bidrage til at sænke Danmarks globale klimaaftryk og til at opnå nationale såvel som internationale klimamålsætninger. Desuden præsenterer strategien fire pejlemærker for regeringens arbejde med at fremme power-to-X:

- Power-to-X skal kunne bidrage til opfyldelsen af Danmarks klimalov.
- Regulatoriske rammer og infrastruktur skal indrettes, så Danmarks styrkepositioner kan udnyttes, og power-to-X på sigt kan agere på markedsvilkår.
- Samspil mellem power-to-X og energisystemet skal styrkes.
- Danmark skal kunne eksportere power-to-X-produkter og -teknologier.⁹²

Klimarådet bemærker, at regeringens strategi tydeligt angiver en række formål med en ambitiøs udbygning af elektrolyseanlæg. Klimarådet savner dog nærmere argumentation for, at regeringen sigter specifikt mod 4-6 GW elektrolysekapacitet i 2030. En nærmere argumentation kan blandt andet være i form af analyse og beregninger, der indikerer, at niveauet er nødvendigt for at opfylde regeringens formål med målsætningen. Tilsvarende savner Klimarådet en uddybning af omkostningsestimater for en indsats med denne målsætning, som kan holdes op mod gevinsten i form af reduktion af udledninger og de potentielle eksportpotentialer for power-to-X-produkter og -teknologier.

EU-Kommissionen sigter mod 40 GW i 2030 og stiller krav om elektrobrændstoffer i transporten

EU-Kommissionen præsenterede i 2020 EU's brintstrategi med et mål for hele EU om mindst 6 GW elektrolysekapacitet i 2025 stigende til mindst 40 GW i 2030.⁹³ I løbet af de seneste par år har flere andre lande budt ind med nationale strategier for etablering af elektrolysekapacitet. Tysklands, Storbritanniens og Italiens strategier på området har alle et mål om produktionskapaciteter for elektrolyse i 2030 på 5 GW, mens Frankrig har et mål om 6,5 GW.⁹⁴ I Danmark er ambitionen på tilsvarende niveau, selvom Danmark er et væsentligt mindre land end de fire nævnte.

EU-regulering i forbindelse med *Fit for 55*-pakken kan, hvis den vedtages, få stor betydning for forbruget af power-to-X i Danmark i 2030, men især også frem mod 2050. Centrale elementer i pakken uddybes i kapitel 4. EU's forslag til en ny regulering inden for transportsektoren indeholder blandt andet et punktmål på 2,6 pct. iblanding af elektrobrændstoffer i hele transportsektoren i 2030.⁹⁵ Derudover inkluderer forslaget også et krav til CO₂e-fortrængning i skibsfarten på 6 pct. i 2030 stigende til 75 pct. i 2050 og iblanding af 5 pct. såkaldte vedvarende energi-brændstoffer i luftfarten i 2030 stigende til 63 pct. i 2050.⁹⁶

Flere af de foreslåede krav i transportsektoren vil kunne nås via biobrændstoffer såvel som elektrobrændstoffer. Forslaget til regulering af luftfarten inkluderer dog specifikt et krav til andelen af elektrobrændstoffer på 0,7 pct. i

2030 og 28 pct. i 2050.⁹⁷ Forslagene til skibs- og luftfarten vil indebære, at der ikke kan stilles skrappe krav i de enkelte medlemslande.⁹⁸

De potentielle nye EU-krav for 2030 kræver langt mindre elektrolysekapacitet til dækning af de danske behov, end regeringens strategi lægger op til. Ifølge Energistyrelsen vil EU-kravet til andelen af elektrobrændstoffer i hele den danske transportsektor kunne opfyldes gennem en anvendelse af elektrobrændstoffer, som svarer til produktionen fra 0,7 GW elektrolysekapacitet.⁹⁹ Her tages udgangspunkt i energileverancer til både indenrigs- og udenrigstransport. Det specifikke krav til anvendelse af elektrobrændstoffer i luftfarten i 2030 vil ifølge Energistyrelsen kræve en elektrolysekapacitet på mindre end 0,05 GW.¹⁰⁰ Det er dog ikke et krav, at brændstofferne produceres i Danmark. Derfor kan de foreslåede EU-krav ikke ses som et behov for en given udbygning af elektrolyse- eller power-to-X-kapacitet i Danmark.

Regeringens planer for vedvarende energi matcher ikke ambitionerne for power-to-X i 2030

Klimarådets analyse af Danmarks fremtidige elproduktion og -forbrug i afsnit 6.4 viser, at Danmarks produktion af el fra vedvarende energikilder ikke kan stå mål med det danske elforbrug frem mod 2030. Underskuddet af vedvarende energi forventes at være tilstede i årene frem mod 2030 også uden en betydelig udbygning med power-to-X, medmindre udbygningen af vedvarende energi accelereres. Hvis der etableres elektrolyseanlæg i størrelsesordenen 4-6 GW frem mod 2030, vil underskuddet blive ganske stort. Regeringens nuværende planer for udbygningen med vedvarende energi matcher således ikke ambitionsniveauet for power-to-X i perioden til og med 2030.

I 2030'erne vil yderligere udbygning af vedvarende energi, herunder blandt andet etablering af energiøen i Nordsøen og ved Bornholm, forventeligt kunne fjerne underskuddet af vedvarende energi. En udbygning med vedvarende energi vil i 2040 kunne levere grøn strøm til produktion af power-to-X-produkter tilsvarende en elektrolysekapacitet i størrelsesordenen 9 GW ud over det øvrige elforbrug. Disse konklusioner er baseret på de antagelser om Danmarks elproduktion og -forbrug, som beskrives nærmere i rapportens afsnit 6.4, og er desuden præget af en række store usikkerheder både vedrørende udviklingen i elforbruget og udbygningen med vedvarende energi.

Formålet med at opnå en balance mellem den nationale elproduktion og -forbrug kan være at undgå import af strøm produceret ved fossile energikilder, som beskrevet i afsnit 6.4, herunder at sikre en samlet klimagevinst ved fx direkte og indirekte elektrificeringstiltag som elbiler, varmepumper og power-to-X.

6.5.2 Klimaperspektivet ved power-to-X

Der er stor forskel på, om strømmen i stikkontakten er produceret på grøn, vedvarende energi eller sort, fossil energi. Ligesom med strøm kan power-to-X også findes i forskellige nuancer af grøn og sort.

Power-to-X er kun så grønt, som strømmen det baseres på

Power-to-X er ikke i sig selv et klimatiltag, men skal snarere ses som en energibærer. Power-to-X er kun så grøn, som strømmen den baseres på. Medmindre der etableres en direkte elforbindelse mellem power-to-X-anlæg og vedvarende energianlæg som vindmøller eller solceller, vil power-to-X-anlæggene trække strøm fra det fælles elnet, som er sammenhængende på tværs af Europa.

Strømmen i elnettet er et komplekst mix af strøm produceret på vedvarende og fossile energikilder, herunder også atomkraft. Det er i praksis ikke ligetil at afgøre, hvor grøn strømmen til et givent, nyt elforbrug fra fx power-to-X vil være fremadrettet, hvis det forsynes via elnettet. CO₂-intensiteten i elforsyningen til et nyt elforbrug vil afhænge af mange forhold, herunder blandt andet størrelsen af elforbruget, hvornår elforbruget sker, og hvor elforbruget er placeret geografisk. CO₂-intensiteten afhænger også af politiske beslutninger og af markedsaktørers beslutninger om eventuelle investeringer i vedvarende energi.

På nuværende tidspunkt vil et øget elforbrug i Danmark, fx i forbindelse med etablering af power-to-X-anlæg, medføre øgede udledninger fra den europæiske elsektor på kort sigt, medmindre der samtidig opføres vedvarende energianlæg. På længere sigt vil denne effekt reduceres, efterhånden som elforbruget relateret til det nye power-to-X-anlæg bliver udlignet af elproduktion fra nye vedvarende energianlæg, som kan forventes at blive etableret som følge af stigningen i elforbruget. Boks 6.10 uddyber CO₂-intensiteten ved elproduktion.

Boks 6.10 CO₂-intensitet ved el

CO₂-intensiteten af el beskriver mængden af CO₂, som udledes ved produktionen af en given mængde el. CO₂-intensiteten for elproduktionen til et givent, nyt elforbrug bør som udgangspunkt estimeres på baggrund af den marginale eller ekstra elforsyning, som aktiveres på baggrund af introduktionen af elforbruget. Denne boks forklarer forskellen på den gennemsnitlige og den marginale elforsyning.

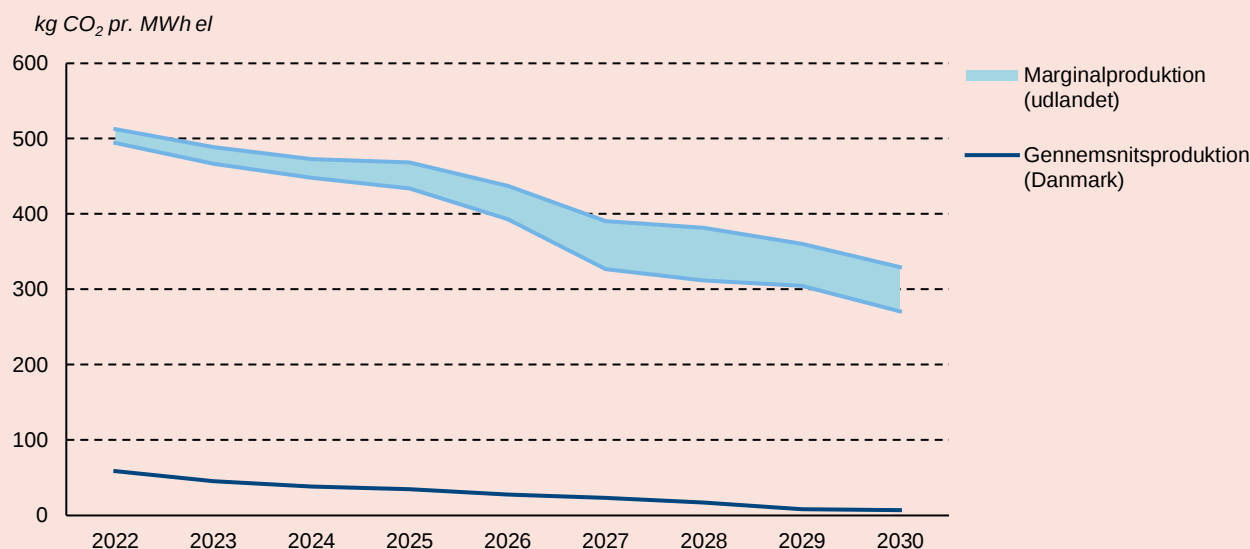
Den gennemsnitlige elforsyning: Når man ser på det gennemsnitlige mix fra alle aktive elproduktionsanlæg på et givent tidspunkt inden for det relevante geografiske område, repræsenterer dette den gennemsnitlige elforsyning. Den gennemsnitlige CO₂-intensitet for el produceret i Danmark er i dag forholdsvis lav og forventes at falde frem mod 2030, hvilket fremgår af figur 6.9. Intensiteten falder fremadrettet, fordi fossile brændsler som naturgas og kul løbende udfases og erstattes af vedvarende energikilder.

Den marginale elforsyning: CO₂-intensiteten ved den marginale elforsyning er først og fremmest afhængig af, hvorvidt der sammen med et nyt elforbrug installeres tilhørende vedvarende energi fx på baggrund af politiske beslutninger eller markedsaktørers valg. Hvis der samtidigt med et nyt elforbrug etableres tilhørende vedvarende energi, som reelt er additionelt, og som er af tilsvarende størrelse til elforbruget, vil den øvrige elproduktion i teorien være uændret. Her kan man tale om en *grøn marginal*. Hvis der omvendt ikke er besluttet tilhørende, additionel vedvarende energi, eller hvis en tilhørende udbygning med vedvarende energi sker senere end introduktionen af elforbruget, er CO₂-intensiteten ved den marginale elforsyning dernæst afhængig af tidsperspektivet for forbruget. Her kan man tale om henholdsvis en *kortsigtet* og en *langsigtet marginal*.

På kort sigt vil en stor forøgelse af elforbruget primært medføre udledninger fra eksisterende anlæg som fx biomasse-, kul- og gasfyrede kraftværker. Disse anlæg er regulerbare og adskiller sig fra fx solceller og vindmøller, som er fluktuerende energikilder, der ikke umiddelbart kan skrues op for. I enkelte tilfælde vil denne kortsigtede marginal dog også kunne mødes af fluktuerende energikilder. Såfremt der i en situation uden det nye elforbrug havde været behov for nedjustering af vedvarende energi (fx stop af vindmøller) som følge af fx manglende netkapacitet, vil et nyt elforbrug helt eller delvist kunne dækkes af vindmøllestrøm. Den kortsigtede marginal er relevant at anvende, så længe man beskæftiger sig med elforbrug, som ligger inden for en tidsperiode, hvor der ikke kan ske en ændring i elsystemets elproduktionskapacitet, fordi nye produktionsanlæg tager tid at etablere. Den kortsigtede marginale elforsyning er dermed særlig relevant for elforbrug, som ligger få år ude i fremtiden, og som ikke er fulgt af additionel og samtidig udbygning af vedvarende energi. Så længe Danmark og nabolandenes elproduktion ikke er fuldt omstillet til vedvarende energi og atomkraft, har det kortsigtede marginalforbrug i Danmark en højere CO₂-intensitet end den gennemsnitlige.

På længere sigt vil et øget forbrug af elektricitet blive leveret af nye anlæg. Årsagen er, at der enten sker en strukturel og markedsbaseret tilpasning af elproduktion, eller at det politisk besluttes at udbygge kapaciteten af produktionsanlæg. Hvis udbygningen af kapaciteten er baseret på vedvarende energikilder, vil den langsigtede marginale elforsyning, der dækker det stigende elforbrug, have en lav CO₂-udledning. Nye anlæg forventes i høj grad at være baseret på vedvarende energi dels på grund af de lave omkostninger ved sol- og vindenergi og dels på baggrund af politiske tiltag og målsætninger.¹⁰¹ Dermed vil CO₂-intensiteten ved den langsigtede marginal være lavere end ved den kortsigtede marginal.

Energistyrelsen har i *Global Afrapportering 2021*¹⁰² beregnet CO₂-intensiteten ved den strøm, der fortrænges eller merproduceres i udlandet ved henholdsvis øget eksport eller mindsket eksport af strøm. Disse CO₂-intensiteter kan anses som vejledende for et kortsigtet, marginalt elforbrug i Danmark. De to beregnede CO₂-intensiteter er vist som et spænd i figur 6.9 sammen med den gennemsnitlige CO₂-intensitet ved dansk produceret strøm. Afhængig af, hvordan power-to-X-anlæggene bliver drevet, vil det dog også være muligt at opnå lavere intensiteter i elforsyningen. Dette vil være muligt for anlæg, som drives i færre timer frem for mange af årets timer, og som drives fleksibelt efter timer med høj andel af vedvarende energi, som i et vist omfang forventeligt vil være sammenfaldende med de timer, hvor elpriserne er lavest.



Figur 6.9 CO₂-intensitet af strøm i Danmark (gennemsnit) og i udlandet (vejledende kortsigtet marginal)

Anm.: Tidlige opgørelser af den danske elproduktion i 2021 indikerer en gennemsnitlig CO₂-intensitet på omkring 150 kg/MWh, hvilket således er væsentligt over den viste værdi for 2022.¹⁰³ Opgørelser fra enkelte år kan afvige fra en generel trend på baggrund af mange forhold, herunder nedbørs- og vindmængder, prisforskelle mellem kul og gas m.fl.

Kilder: Energistyrelsen, *Global afrapportering 2021*, 2021 og Energistyrelsen, *Høringsudgave af de Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger 2021*, 2021.

EU's kvotesystem vil kunne have betydning for den klimapåvirkning, som elforbruget til power-to-X har på længere sigt. EU's kvotesystem dækker blandt andet udledninger fra elproducerende anlæg. Hvis et nyt elforbrug fra power-to-X dækkes af en hel eller delvis fossil, marginal elproduktion, vil udledningerne herfra reducere antallet af kvoter i kvotesystemet og derigennem også øge kvoteprisen, som skal betales for at udlede drivhusgasser. I et kvotesystem med et fastsat antal kvoter, vil en øget udledning ét sted i kvotesektoren fjerne muligheden for senere at udlede en tilsvarende mængde drivhusgasser et andet sted i kvotesektoren. Det betyder, at elforsyningen til et nyt elforbrug i teorien kan betragtes som klimaneutralt på længere sigt.

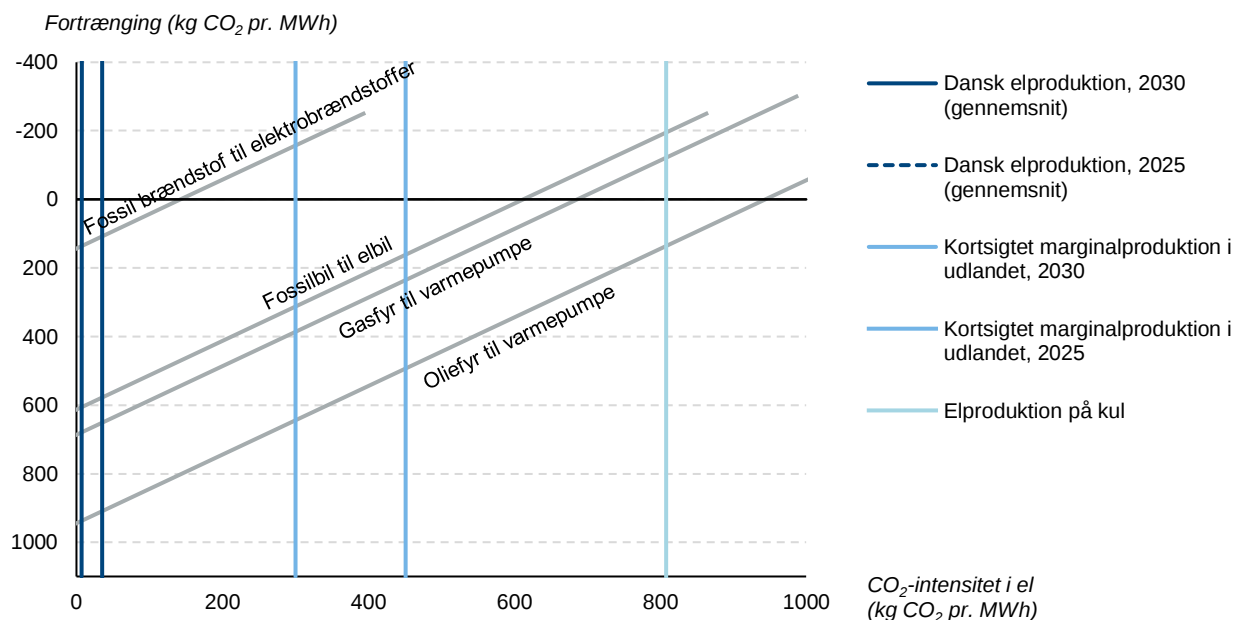
Som det forklares i boks 4.4 i kapitel 4, fungerer EU's kvotesystem dog ikke som et lukket kvotesystem med et fast antal kvoter. Det skyldes blandt andet systemets markedsstabiliseringsreserve, som løbende fjerner overskydende kvoter, hvis overskuddet bliver tilstrækkeligt stort. Denne mekanisme vil medføre, at udledninger fra eksempelvis produktion af strøm til power-to-X vil bruge kvoter, som i stor stil alternativt ville være blevet overført til reserven og slettet. Så længe overskuddet af kvoter har en vis størrelse, vil brugen af kvoter dermed lede til, at mekanismen sletter færre kvoter. Denne mekanisme vil formodentlig være betydelig indtil 2030.

Samlet set vurderer Klimarådet, at produktionen af power-to-X-brændstoffer på baggrund af hel eller delvis fossil elproduktion i praksis vil have en klimapåvirkning. Det vil også gøre sig gældende, selvom udledningerne sker inden for EU's kvotesystem. EU's kvotesystem kan dog om en årrække betyde, at klimapåvirkningen ved produktion af power-to-X på hel eller delvis sort strøm i et vist omfang afbødes.

Power-to-X kan resultere i højere drivhusgasudledninger end fossile brændstoffer

Hvis CO₂-intensiteten i elforsyningen til power-to-X ikke er tilstrækkelig lav, vil power-to-X resultere i højere drivhusgasudledninger end brugen af fossile brændstoffer. Fx vil produktion og anvendelse af e-diesel samlet give anledning til en drivhusgasudledning, der er over fem gange højere end anvendelsen af fossil diesel, hvis e-dieslen baseres på el fra et kulfyret kraftværk.¹⁰⁴ Det skyldes blandt andet, at der er et stort energitab ved produktionen af elektrobrændstoffer.

I figur 6.10 angives fortrængningspotentialet for forskellige elektrificeringstiltag (skrå, grå streger), som funktion af CO₂-intensiteten af den strøm, der anvendes til tiltaget. Jo større CO₂-intensiteten er, jo mindre er fortrængningen. I figuren er til sammenligning også indsat den forventede CO₂-intensitet af dels den gennemsnitlige danske elproduktion i 2025 og 2030, og dels af den marginale produktion i udlandet i 2025 og 2030, begge som angivet i figur 6.9. Derudover er som reference også angivet CO₂-intensiteten ved elproduktion på et kulfyret kraftværk. Disse er vist ved de lodrette, blå streger. Fremskrivninger af både den gennemsnitlige og den marginale elproduktion er forbundet med usikkerhed og kan både blive højere og lavere end angivet.



Figur 6.10 CO₂-fortrængningspotentiale for forskellige elektrificeringstiltag samt CO₂-intensiteten ved forskellige elmix

Anm. 1: Kortsigtet marginal elproduktion er her angivet som gennemsnit af spændet for marginalproduktion i udlandet som vist i figur 6.9. CO₂-intensiteten kan anses som vejledende for et kortsigtet, marginalt elforbrug i Danmark.

Anm. 2: Figuren viser de direkte udledninger uden indregning af eventuel effekt af EU's kvotesystem.

Kilde: Klimarådet.

Figur 6.10 viser, at flydende elektrobrændstoffer helt mister deres fortrængningspotentiale, hvis CO₂-intensiteten for den anvendte el overstiger cirka 150 kg CO₂ pr. MWh. Dette aflæses på tiltagets skæringspunkt med x-aksen. Værdien vil variere blandt andet alt efter hvilket elektrobrændstof, der produceres, effektiviteten af produktionsprocessen, samt hvor brændstoffet bruges.

Skæringspunktet med x-aksen for power-to-X-tiltaket med elektrobrændstof ligger til venstre for de viste, lodrette CO₂-intensiteter for den udenlandske marginale elproduktion i 2025 og 2030. Det betyder i dette regneeksempel, at produktion og anvendelse af flydende elektrobrændstoffer til erstatning af fossile brændstoffer ikke vil lede til drivhusgasreduktioner, hvis de baseres på el med CO₂-intensitet tilsvarende disse elmix. Det skyldes, at der er et stort energitab forbundet med power-to-X og især ved produktionen af flydende elektrobrændstoffer.

Potentialet for globale drivhusgasreduktioner via power-to-X er altså afhængigt af, at produkterne altovervejende produceres på baggrund af strøm med lav CO₂-intensitet. Hvis et af formålene med udbygning af elektrolyse- og power-to-X-anlæg er at producere brændstoffer med et lavere klimaaftryk end fossil energi, er det således afgørende, at udbygningen med vedvarende energi matcher udviklingen i elforbruget fra power-to-X.

Energieffektiviteten ved power-to-X er lav

Der findes et utal af anvendelsesmuligheder for grøn strøm, og power-to-X er ikke den mest effektive anvendelse til at opnå den største CO₂-fortrængning på kort sigt.

Som vist i figur 6.10, er fortrængningseffekten ved at erstatte fossilt brændstof med flydende elektrobrændstof omkring 150 kg CO₂ pr. MWh el, hvis strømmen er grøn. I figuren kan fortrængningseffekten for de øvrige elektrificeringstiltag aflæses på stregernes skæring med y-aksen, så længe der tilsvarende antages forsyning med grøn strøm. Fortrængningseffekten af i stedet at bruge grøn strøm til at erstatte fx naturgasfyrede gasfyr med varmepumper og erstatte fossilbiler med elbiler er i omegnen af 600 kg CO₂ pr. MWh. Effekten er altså omtrent tre gange så stor som for eksemplet med elektrobrændstof som erstatning af fossilt brændstof. Hvis varmepumpen derimod erstatter et oliefyr, bliver fortrængningseffekten helt op mod 900 kg CO₂ pr. MWh. Den grønne strøm vil også kunne anvendes til at fortrænge fossil elproduktion. Hvis grøn elproduktion eksempelvis erstatter elproduktion på kul, vil fortrængningseffekten være op mod 800 kg CO₂ pr. MWh.

Forskellene i fortrængningseffekten afhænger i høj grad af de forholdsvis lave energitab ved direkte elektrificering, mens der er relativt store energitab ved power-to-X. Derudover afhænger forskellene også af energitab i de processer, som omstilles, samt CO₂-indholdet i de fossile brændstoffer, som erstattes. Som et eksempel skyldes forskellen i fortrængningseffekten mellem elbiler og flydende elektrobrændstoffer til konventionelle biler, at brugen af strøm direkte i elbiler er betydeligt mere energieffektiv. Den lave energieffektivitet fra flydende elektrobrændstoffer skyldes dels, at der er store energitab i produktionen af brændstofferne, og dels at der er store energitab forbundet med anvendelsen i forbrændingsmotorer.

Hurtig udbygning med storskala power-to-X i Danmark risikerer at øge globale udledninger på kort sigt

Branchens udmeldte planer og regeringens strategi repræsenterer en hurtig udbygning med power-to-X, som kan risikere at øge de globale drivhusgasudledninger frem mod 2030. Risikoen er for det første et resultat af, at en hurtig udbygning med power-to-X kan blive vanskelig at matche med additional vedvarende energi i dette årti. Dette uddybes i rapportens afsnit 6.4. For det andet er det en risiko, at power-to-X produceret på baggrund af en kortsigtet marginal elproduktion kan indebære større drivhusgasudledninger end fortsat anvendelse af fossile brændstoffer, som tidligere beskrevet.

På længere sigt er det mindre sandsynligt, at udbygning med power-to-X vil føre til øgede globale udledninger. Fx er det sandsynligt, at udbygningen med vedvarende energi i Danmark i løbet af 2030'erne vil indhente elforbruget. Det er nemmere at etablere additional, tilhørende vedvarende energi til power-to-X-anlæg sent i 2020'erne eller efter 2030, da det erfaringsmæssigt tager tid at udbygge ny kapacitet for vedvarende energi.

Det er svært at planlægge, så elforbruget fra power-to-X matcher med udbygning af vedvarende energi. Det skyldes blandt andet, at elforbruget til power-to-X er svært at forudse. Der er særligt tre forhold, der er vigtige at holde sig for øje:

1. Power-to-X-anlæg kan bygges forholdsvis hurtigt. Som før nævnt har H2 Energy Europe og Høst meldt ud, at de vil etablere storskalaanlæg inden for de næste fire år.
2. Elforbruget fra blot ét anlæg kan være ganske stort. Et anlæg på 1 GW kan, afhængig af driftstiden, have et elforbrug, der svarer til produktionen fra en havvindmøllepark på størrelse med den kommende danske park Thor, som vil have en kapacitet på cirka 1 GW.
3. Det er private aktører, der står for etablering af power-to-X-anlæg. De private aktører kan hurtigt vælge at placere anlæg i Danmark, såfremt det er tilstrækkeligt attraktivt, og tilsvarende hurtigt kan de vælge at opgive placering i Danmark, hvis forholdene bliver mere attraktive i andre lande. Med hensyn til påvirkning af det danske elforbrug minder power-to-X derfor på flere punkter om udviklingen med store datacentre i Danmark.

Etablering af ny havvind tager længere tid end etablering af power-to-X. For en havvindmøllepark går der typisk 7-9 år eller mere fra beslutning, til den sættes i drift. Selv hvis man fra politisk side måtte ønske at udbygge med tilhørende, additional vedvarende energi, kan denne udbygning derfor få svært ved at følge med de danske power-to-X-planer. En potentielt hurtig, storskala udbygning af power-to-X kan således gøre det svært at sikre, at power-to-X-anlæggene kan trække på en grøn marginal elproduktion frem for en kortsigtet, delvis fossil marginal elproduktion. Som det også beskrives i afsnit 6.4, vil en mere fleksibel planlægning for fx havvind, der hurtigere kan tilpasses efterspørgslen, kunne hjælpe til at sikre, at elproduktion i højere grad baseres på vedvarende energi.

Klimapåvirkningen fra en række elektrobrændstoffer afhænger af tilgængeligheden af biogent kulstof

Power-to-X-brændstoffer kan deles op i to typer – kulstofholdige brændstoffer som metanol, e-diesel og e-jet fuel eller kulstoffrie brændstoffer som brint og ammoniak. Carbon Capture and Usage (CCU) anvendes også som term for indfangning og brug af kulstof til elektrobrændstoffer og forskellige andre produkter. CCU er således en underkategori af power-to-X.

Potentialet for drivhusgasreduktioner ved kulstofholdige power-to-X-produkter afhænger af adgangen til biogent kulstof eller kulstof fanget direkte fra luften via DAC. Hvis strømmen er grøn, og det anvendte kulstof stammer fra kilder som biomasse, biogas, biologisk affald eller fra luften, bogføres der ingen udledning hverken fra produktionen eller fra brugen af produkterne. Den fysiske, globale udledning fra power-to-X baseret på kulstof fra biogene kilder afhænger dog af, hvorvidt biomassen i sig selv reelt er CO₂-neutral. Som det beskrives i kapitel 3, kan biomasse ikke altid regnes for at være CO₂-neutral.

Kulstofholdige elektrobrændstoffer kan også baseres på CO₂ fra fossile kilder og stadig indebære en samlet drivhusgasreduktion, hvis den er baseret på grøn strøm. Reduktionen kan dog kun ske enten i brugen af brændstofferne eller i forbrændingen, hvor CO₂'en bliver indfanget og altså ikke i begge processer. Brugen af fossil CO₂ til elektrobrændstoffer kan dermed kun indgå som en del af et klimaneutralt samfund, så længe udledningen kompenseres gennem tilsvarende negative udledninger.

6.5.3 Power-to-X's rolle i den grønne omstilling

Power-to-X giver mulighed for at producere brændstoffer og produkter, som kan erstatte fossile brændstoffer. Power-to-X kan dermed blive et centralt element i omstillingen af en række sektorer. Den lave energieffektivitet taler dog for, at power-to-X anvendes med omtanke.

Direkte elektrificering er i mange tilfælde mere attraktivt end power-to-X

Direkte elektrificering kan sikre en stor klimaeffekt og vil ofte også være et økonomisk attraktivt alternativ til power-to-X. Klimaeffekten ved direkte elektrificering afhænger, ligesom for power-to-X, af tilgængeligheden af grøn strøm. Men direkte elektrificering indebærer dog et betydeligt mindre elforbrug på grund af den høje energieffektivitet. Både i et dansk og et europæisk perspektiv er der mangel på grøn strøm, og energieffektiv udnyttelse af strømmen er derfor afgørende. Et højt ambitionsniveau for power-to-X må ikke blive en afvigelse fra princippet om, at direkte elektrificering bør prioriteres, hvor det er teknisk og økonomisk mest attraktivt.

Tidligere analyser fra blandt andre Klimarådet viser, at en omkostningseffektiv opfyldelse af 70-procentsmålet i 2030 indebærer en høj grad af direkte elektrificering.¹⁰⁵ Eksempler på elektrificeringstiltag er blandt andet varmepumper til individuelt opvarmede huse, varmepumper og elkedler til fjernvarmen og til dele af industriens varmemeforbrug, batteridrevet let og tung vejtransport og elektrificering af boreplatforme. Klimarådet anerkender, at regeringen i sin strategi for power-to-X også lægger vægt på, at direkte elektrificering er den bedste udnyttelse af strømmen.¹⁰⁶

Mens der generelt er stor enighed om, at elbiler er det mest effektive og samfundsøkonomisk attraktive alternativ til fossilbiler, er den tunge vejtransport ofte til diskussion hvad angår prioriteringen mellem direkte elektrificering og andre alternativer som fx elektro- og biobrændstoffer. Den tunge vejtransport er et godt eksempel på, at direkte elektrificering er yderst energieffektivt i forhold til power-to-X. I en batterilastbil anvendes omkring 80 pct. af den leverede strøm til fremdrift. Det tilsvarende tal er langt lavere for diesellastbiler drevet af kulstofholdige, flydende eller gasformige elektrobrændstoffer. Her er det kun 20-30 pct., der bruges til fremdrift. Det vil sige, at brugen af elektrobrændstoffer som e-diesel eller e-metan i lastbiler kræver omkring tre gange så meget strøm i forhold til direkte elektrificering. Kigger man på brugen af brint direkte, er den derimod mere energieffektiv, selvom energitabene i elektrolyseprocessen stadig bevirker, at energieffektiviteten er betydeligt lavere end direkte elektrificering. For brintlastbiler anvendes lidt over 30 pct. af den producerede strøm således til fremdrift, hvilket dog forventes at stige til omkring 40 pct. med teknologiforbedringer.¹⁰⁷

Netop energieffektiviteten er også afgørende for totalomkostningerne ved at eje og køre lastbilerne. Det skyldes, at drivmiddelomkostningerne udgør en stor del af de samlede omkostninger for lastbiler, der kører på elektrobrændstoffer. Klimarådets analyse, *Veje til klimaneutral lastbiltransport*, viste på den baggrund, at direkte elektrificering inden for relativt få år typisk vil være betydeligt billigere set over en lastbils levetid end andre

alternativer som elektrobrændstoffer.¹⁰⁸ Det gælder både for batteridrevne lastbiler og lastbiler, der bruger køreledninger.

Brint kan allerede bidrage til drivhusgasreduktioner frem mod 2030

Brint kan frem mod 2030 udgøre et vigtigt element i realisering af indenlandske og udenlandske drivhusgasreduktioner. Klimarådet har tidligere analyseret og beregnet mulige omstillingsselementer til en omkostningseffektiv opfyldelse af Danmarks 70-procentsmålsætning.¹⁰⁹ Analysen konkluderer, at blandt andet hydrogenering af diesel på raffinaderier, iblanding af brint i naturgasnettet og produktion af grøn brint til ammoniak kan være gode anvendelser af brint med henblik på at reducere udledningen af drivhusgasser i Danmark såvel som i udlandet. Realiseringen af drivhusgasreduktioner via disse tiltag er dog som med al power-to-X betinget af, at der udbygges med tilstrækkelig grøn strøm.

Klimarådets analyse til opfyldelse af 70-procentsmålet medfører et behov for brint svarende til en elektrolysekapacitet på 0,5 GW i 2030. Analysen indregner, at nogle af de mere usikre teknologier og tiltag, som Klimarådet anbefaler, vi i dag bør satse på, potentielt ikke kan realiseres grundet tekniske udfordringer eller uhensigtsmæssigt høje omkostninger. Ender alle disse mere usikre teknologier og tiltag derimod med at blive realiseret, vil brintforbruget hertil svare til en elektrolysekapacitet på omkring 2 GW. I regeringens power-to-X-strategi angives der et reduktionspotentiale fra power-to-X inden for 70-procentsmålet på mellem 0,5–1,9 mio. ton CO₂ i 2030. Hvis man omregner dette til et direkte brintforbrug, svarer det til en elektrolysekapacitet på omkring 0,8–2,8 GW i 2030.¹¹⁰ Dette er altså væsentligt lavere end regeringens målsætning om 4-6 GW i 2030.

Klimarådets analyse af omstillingen af den tunge transport viser også, at brint kan være en attraktiv løsning inden for den del af den tunge vejtransport, som har større krav til fleksibilitet og rækkevidde, end batterilastbiler kan levere.¹¹¹

Power-to-X er et centralt element i den langsigtede grønne omstilling

Selvom det er teknisk muligt at elektrificere en stor del af samfundets energiforbrug direkte, er der enkelte steder, hvor Klimarådet vurderer, at det bliver vanskelige at omstille uden brug af elektro- eller biobrændstoffer. Skibs- og luftfart over lange distancer, materiale- og kemikalieproduktion og dele af den tunge industri er blandt slutanvendelser, som sandsynligvis vil kræve brændstoffer, der har en høj energitæthed, eller som kan facilitere høje temperaturer i forbrændinger. Her kan både biobrændstoffer og elektrobrændstoffer levere de nødvendige energiinput og egenskaber, som en direkte elektrificering ikke kan sikre.

Som det beskrives i kapitel 3, kan tilgængeligheden af biomasse og biogent kulstof også på langt sigt blive knap. Det kan påvirke mulighederne og omkostninger ved at anvende biobrændstoffer til disse formål. Derfor kan elektrobrændstoffer blive et afgørende element i at nå målet om nettonuludledning senest i 2050. Forklaringen er, at elektrobrændstofferne både kan produceres uden kulstof og ved brug af kulstof indfanget fra luften.

Foruden de større sektorer som skibs- og luftfarten, vil der formentligt også være flere mindre nicheforbrug, hvor direkte elektrificering vil være uhensigtsmæssigt dyrt, men hvor det samlede energiforbrug også er begrænset. Det kan fx være specifikke landbrugs- og entreprenørmaskiner, hvor særlige krav til maskinernes opbygning eller forhold som meget lave antal benyttelsestimer og meget lange levetider vil betyde, at direkte elektrificering er teknisk problematisk eller uhensigtsmæssigt dyrt.

Industri

Power-to-X kan også få en afgørende rolle i den globale omstilling af den tunge industri. Inden for produktion af blandt andet stål, kemikalier som ammoniak og forskellige materialer som plast vil brugen af brint kunne bidrage med drivhusgasreduktioner, da disse processer altovervejende er baseret på fossile brændstoffer i dag.¹¹² I den danske industrisektor vil energibesparelser, direkte elektrificering og biometan, som er opgraderet biogas, dog udgøre attraktive alternativer, som forventeligt kan dække en stor del af industriens mellem- og højtemperaturprocesser og processer med direkte fyring.¹¹³

Skibsfart

For store skibe, der ofte sejler langt, angiver flere kilder blandt andet ammoniak, e- og bio-metanol samt bioolier som attraktive kandidater til at erstatte den fossile olie, som udgør næsten hele energiforbruget i skibene i dag.¹¹⁴

Omstillingen til nye drivmidler er allerede i gang. Det blev illustreret i år ved Mærskes bestilling af 12 større containerskibe, der som de første kommer til at kunne drives på metanol.¹¹⁵

Fuld direkte elektrificering via batterier vurderes typisk uhensigtsmæssigt for fragtskibe og andre større skibe med lange sejlruiter, da skibenes store energibehov stiller høje krav til energitætheden af drivmidlerne, ligesom omkostningerne ved den nødvendige batterikapacitet kan blive ganske betydelige.¹¹⁶ Batterier har med nuværende batteriteknologi en meget lav energitæthed pr. volumen i forhold til fossil olie og bio- og elektrobrændstoffer.¹¹⁷ For kortere skibsfart som indenrigsfærger er der flere muligheder, og det forventes, at skibene kan drives via batterier, brint samt flere bio- og elektrobrændstoffer.¹¹⁸

Udviklingen inden for langtursskibsfart kan gå både i retning af kulstoffrie og kulstofholdige brændstoffer. Ammoniak vurderes dog af flere kilder til at være en attraktiv løsning, der samtidig kan blive blandt de billigste løsninger. Anvendelsen af ammoniak afhænger dog af, at praktiske problemer såvel som sikkerhedsrisici håndteres.¹¹⁹

Luftfart

Mulighederne for især langtursluftfart er med al sandsynlighed begrænset til brændstoffer, der kemisk ligner jet fuel, og altså indeholder kulstof. Disse vil både kunne produceres som bio- og elektrobrændstof. Inden for luftfart benyttes ofte termen *Sustainable Aviation Fuels* (SAF) om brændstoffer, der kan iblandes fossil jet fuel og anvendes i eksisterende fly, eller som helt kan erstatte fossil jet fuel i eksisterende eller let modificerede fly.¹²⁰

For langtursluftfart er direkte elektrificering via batterier blandt andet udfordret af batteriernes lave energitæthed pr. vægtenhed. Energitætheden bliver et mindre problem ved kortere flyture. Derfor kan der potentielt her flyves via batterier samt brint for mindre fly.¹²¹ Ved omstilling til SAF, brint og batterier, kan de direkte udledninger forbundet med brug af brændstofferne i flyene reduceres eller i teorien helt elimineres.¹²² Derudover vil omstilling til SAF, brint og batterier kunne bidrage til at reducere klimapåvirkningen fra kondensstriber og øvrige opvarmende effekter, som især langtursluftfart på fossil jet fuel i dag forårsager.¹²³

Elektrolyseanlæg kan påvirke energisystemet både positivt og negativt

Formålet med power-to-X er som udgangspunkt at erstatte fossil energi, men det kan også bidrage med andre værdiskabende produkter og egenskaber.

Ét eksempel herpå er muligheden for at udnytte den overskudsvarme, som er tilgængelig fra power-to-X-processer. Anvendelse af overskudsvarmen forudsætter, at power-to-X-anlæggene i en vis grad placeres nær fjernvarmeområder eller andre varmebehov, hvor overskudsvarmen kan anvendes. Dette vil bidrage til en mere effektiv udnyttelse af strømmen, der anvendes til power-to-X, og repræsenterer samtidig en potentiel ekstra indtægt i produktionen af power-to-X. Placering af power-to-X-anlæg med henblik på udnyttelse af overskudsvarme kan dog i visse tilfælde være svært at kombinere med ønsket om at placere anlæggene i områder, hvor elnettet har ledig kapacitet. Ifølge regeringens power-to-X-strategi vil den samfundsøkonomiske værdi af at udnytte denne overskudsvarme normalt være lavere end de samfundsøkonomiske fordele ved at placere anlæggene hensigtsmæssigt i forhold til elnettet.¹²⁴

Et andet eksempel er mulige synergieffekter i udnyttelsen af ilt fra elektrolyseanlæg. I elektrolyseprocessen produceres der foruden brint også ilt, der potentielt kan have værdi i forskellige anvendelser. Ilt kan fx anvendes til iltberiget forbrænding, hvor CO₂'en nemmere kan fanges fra røggassen. Ved at udføre forbrændingen med ilt i stedet for atmosfærisk luft, som også indeholder nitrogen, øges koncentrationen af CO₂ i røggassen betydeligt. Teknikken kan billiggøre kulstoffangst fra punktkilder på fx industrianlæg eller på affalds- og kraftvarmeværker, men kræver dog større ombygninger eller nye anlæg.¹²⁵ Klimarådet opfordrer til, at et fremtidigt strategisk arbejde med power-to-X også inkluderer behandling og analyse af mulighederne for at anvende denne ilt.

Et tredje eksempel er de muligheder, som indpasning af storskala power-to-X i det danske elsystem kan give. Energistyrelsen peger blandt andet på, at placering af power-to-X tæt ved ny vedvarende energi kan øge mulighederne for at indpasse betydeligt mere fluktuerende vedvarende energi i det danske elsystem og derudover potentielt mindske investeringsbehovet i det kollektive elnet.¹²⁶ Et øget elforbrug vil alt andet lige også øge afregningsprisen for el og derved give yderligere incitament til investering i nye, vedvarende energianlæg.

Etablering af power-to-X i stor skala vil dog også indebære en række udfordringer. Energistyrelsen peger blandt andet på, at de store mængder strøm i sig selv også kan medføre et behov for udbygninger og forstærkninger af elinfrastrukturen, ligesom også elforsyningssikkerheden kan påvirkes. Placeringen af power-to-X-anlæggene vil have stor indvirkning på de potentielle fordele og udfordringer for elsystemet.¹²⁷

Power-to-X kan bidrage til omstillingen af dansk relateret skibs- og luftfart

Fælles for flere af de slutanvendelser, som er svære at omstille uden brændstoffer, er, at en stor andel af energiforbruget ikke indgår i Danmarks officielle opgørelser og heller ikke i de danske klimamål. Det gælder fx for skibs- og luftfart, hvor kun indenrigstransport mellem to danske destinationer samt Grønland og Færøerne tæller med i de danske opgørelser.

I 2019 udgjorde energiforbruget til indenrigsskibs- og luftfart ifølge Energistyrelsen henholdsvis 10 og 1 PJ.¹²⁸ For samme år opgør Energistyrelsen energiforbruget til skibe og fly, som tanker i Danmark, og som har slutdestination uden for Danmark, til henholdsvis 31 og 44 PJ. Inkluderer også dansk opererede skibe og fly, som i 2019 tankede i udlandet, er energiforbruget hertil henholdsvis 468 og 32 PJ.¹²⁹ Dansk opererede skibe og fly er her defineret som skibe og fly, der opereres af henholdsvis danske rederier og danske flyselskaber, som er hjemmehørende eller registrerede i Danmark, herunder fx Mærsk.

Danmark har forskellige muligheder for at påvirke udviklingen i brændselsmixet for de forskellige forbrug. For skibs- og luftfart, der tankes i danske havne og lufthavne, kan Danmark arbejde for at erstatte fossile brændstoffer med enten bæredygtige bio- og elektrobrændstoffer eller øvrige drivmidler som batterier og brint. Omvendt kan det argumenteres, at det er væsentligt sværere direkte at påvirke udviklingen inden for transportaktiviteter, som sker i udlandet, men som er opereret eller ejet af danske virksomheder. Her er udviklingen i højere grad styret af private aktører og de mellemstatslige FN organisationer International Maritime Organisation (IMO) og International Civil Aviation Organisation (ICAO). Mærsk fremrykkede i januar 2022 som et eksempel virksomhedens målsætning for netto nul drivhusgasudledning til 2040.¹³⁰

Som beskrevet i kapitel 3 vurderer Klimarådet dog, at Danmark i planlægningen af den langsigtede omstilling frem mod målet om netto nuludledning senest i 2050 også sigter efter at kunne omstille det fossile energiforbrug fra udenrigstransport med skibe og fly, der tanker brændstof i Danmark. Elektrobrændstoffer vil kunne udgøre en central del af denne omstilling og vil, ifølge flere kilder, være konkurrencedygtigt eller billigere end relevante, bæredygtige biobrændstoffer på langt sigt.¹³¹

Power-to-X-indsatsen bør tage hensyn til, hvornår forbruget skal omstilles

Klimarådet anser power-to-X som et centralt element i omstillingen af en række sektorer. En rettidig planlægning for power-to-X i forhold til klimamålsætninger tager blandt andet hensyn til tidsperspektiverne for, hvornår grønne brændstoffer senest bør være tilgængelige på markedet i tilstrækkeligt omfang, til at skibs- og flyflåderne kan nå at omstille, så de sidste skibe og fly, der kun kan drives af fossile brændstoffer, kan udfases senest i 2050.

Levetiden for skibe og muligheden for at ombygge eksisterende motorer er begge afgørende forhold, der dikterer, hvilke drivmidler skibsfarten kan anvende i 2050. Ifølge Mærsk er levetiden for store containerskibe 20-25 år.¹³² For at undgå et stort behov for større og potentielt ganske dyre ombygninger af skibes motorer og brændstofsyste-mer, skal nyindkøbte skibe fra omkring 2025 og frem kunne drives af alternative drivmidler.

Investering i skibsmotorer, der kan drives af flere forskellige brændstoffer, herunder både af konventionelle, fossile brændstoffer og grønne bio- eller elektrobrændstoffer, vil kunne yde en stor fleksibilitet i omstillingen.¹³³ Hvis branchen fremadrettet investerer i skibe med en sådan indbygget fleksibilitet i motorer og brændstofsyste-mer, vil risikoen for i 2050 at stå med en stor flåde, der ikke kan drives af grønne brændstoffer, reduceres betydeligt.

I luftfarten forventes SAF at udgøre den primære andel af omstillingen til nye drivmidler. Da disse brændstoffer i høj grad kan anvendes i eksisterende, nyere fly, vil omstillingshastigheden af luftfarten i mindre grad være afhængig af investeringen i nye fly, men primært være afhængig af hastigheden, hvormed produktionen af SAF øges.¹³⁴

Fleksibiliteten af skibsmotorer under udvikling og flyenes mulighed for at flyve på bio- og e-jet fuel kan indikere, at der ikke bliver bindinger i omstillingshastigheden på forbrugssiden, som nødvendiggør en hurtig etablering af storskala power-to-X til disse formål. Samtidig viser branchens udmeldinger, at power-to-X-anlæg selv i ganske stor størrelse kan etableres forholdsvis hurtigt. Der er imidlertid stadig mange tekniske udfordringer og usikkerheder forbundet med både produktionen og anvendelsen af mange elektrobrændstoffer. Det gælder fx ved produktionen og anvendelsen af 100 pct. SAF i fly og skibsdrift på forskellige brændstoffer som fx ammoniak. Det taler for, at udvikling og demonstration af centrale power-to-X-teknologier og -produktionsveje bør prioriteres for at reducere usikkerheder og for at forbedre teknologierne med henblik på blandt andet at nedbringe produktionsomkostninger, så merprisen i forhold til fossile alternativer mindskes.

6.5.4 Politiske prioriteringer i den nuværende klimaindsats

Der kan være mange formål med etablering af power-to-X i stor skala. En begrænset umiddelbar klimagevinst ved indsatsen på kort sigt behøver ikke være en stopklods. Regeringen uddyber i sin strategi en række formål med målsætningen om storskala power-to-X i Danmark, men strategien argumenterer i begrænset omfang for, hvorfor regeringen specifikt sigter mod 4-6 GW elektrolyse i 2030.

Formålene med en hurtig, storskala udbygning af power-to-X bør være klare

Et af regeringens pejlemærker for strategien er, at power-to-X skal kunne bidrage til opfyldelsen af Danmarks klimalov. For at power-to-X kan bidrage til opfyldelsen af Danmarks 70-procentsmål og mål om netto-nuludledning senest i 2050, kræver det, at brændstofferne anvendes i Danmark. Brændstofferne vil som udgangspunkt kunne produceres i udlandet såvel som i Danmark.

I boks 6.11 gennemgås de af klimalovens guidende principper, der vurderes at være mest relevante i forhold til udbygning af power-to-X i Danmark. Foruden at bidrage til Danmarks klimamål kan det være et selvstændigt formål med power-to-X-udbygningen, at Danmark som foregangsland viser, hvordan samspillet mellem power-to-X og et energisystem baseret på fluktuerende vedvarende energi kan fungere på en optimal måde. Det fremgår af boks 6.11. Desuden kan formålet fx være at øge beskæftigelsen og dansk industris konkurrencekraft.

Boks 6.11 Klimalovens guidende principper og udbygningen af power-to-X

Foregangsland

Rollen som foregangsland kan udfyldes på flere måder med hensyn til power-to-X. Danmark kan blandt andet anvende attraktive vindressourcer sammen med power-to-X til at omstille eget forbrug og til at producere brændstoffer og kemikalier til eksport.

Teknologien bag flere delelementer i power-to-X er stadig under udvikling, ligesom produktionsomkostninger stadig er høje sammenlignet med omkostningerne for fossile alternativer. Danmark kan bidrage til udvikling, demonstration og opskalering af power-to-X, herunder både udvikle teknologierne, men også teste og optimere samspillet med et energisystem, der er præget af store mængder fluktuerende elproduktion.

Omkostningseffektivitet

Power-to-X vil udgøre en central rolle i omstillingen af enkelte sektorer, men bør anvendes med omtanke, da omkostningerne i mange tilfælde er høje. I sektorer som vejtransport, industri og opvarmning er der fx gode muligheder for direkte elektrificering, der ofte vil være billigere end elektrobrændstoffer. Power-to-X kan dog, foruden at bidrage med grønne brændstoffer, kemikalier og materialer, også bibringe en række fordele for energisystemet, herunder fx integrationen af fluktuerende, vedvarende energi og potentiel udnyttelse af overskudsvarme. Disse systemiske effekter bør også indtænkes i en omkostningseffektiv omstilling.

Bæredygtig erhvervsudvikling og dansk konkurrencekraft

Det er muligt, at Danmark kan udvikle en stærk dansk industri med fokus på produktion af power-to-X-produkter og på udvikling og produktion af power-to-X-teknologier. Samme målsætninger findes dog også i andre lande, som den danske industri kan komme i konkurrence med. Placering af power-to-X nær store vedvarende energiressourcer som havvind eller sol kan bidrage til at holde produktionsomkostninger nede, ligesom det også kan facilitere en hurtigere etablering af vedvarende energi. Danmark har gode muligheder for

etablering af havvind, men da mange andre lande også har fokus på etablering af en power-to-X-industri kan konkurrencen blive en udfordring fremadrettet, og det vil være vigtigt at have fokus på, hvad power-to-X-industrien har af behov for fortsat at kunne udvikle sig.

Offentlige finanser

Power-to-X-brændstoffer er i dag ikke konkurrencedygtige med fossile brændstoffer. Derfor indebærer etableringen af power-to-X-anlæg eller brugen af de producerede brændstoffer et behov for økonomiske incitamenter. Disse incitamenter kan gives direkte i form af fx investeringsstøtte, driftsstøtte eller anvendelsesstøtte. De kan også gives mere indirekte ved at pålægge yderligere omkostninger til brugen af fossile brændstoffer. Uanset tilgangen vil dette repræsentere en omkostning for de offentlige finanser. Når power-to-X-brændstoffer med tiden erstatter en stigende andel af de fossile brændstoffer, vil indtægtsstrømme fra de afgifter, som er pålagt disse, desuden reduceres. Det er vigtigt, at omkostninger, der afholdes for at understøtte udviklingen af power-to-X-teknologien, løbende holdes op mod de afledte gevinster i form af fx reduktion af udledninger og de potentielle eksportpotentialer for power-to-X-produkter og -teknologier.

Beskæftigelse

Både produktion af power-to-X-produkter og udvikling af teknologier hertil kan repræsentere et betydeligt beskæftigelsespotentiale på kort sigt. Dette kan både være direkte beskæftigelse i virksomheder og vidensinstitutioner, men også beskæftigelse hos underleverandører, i rådgivningsbranchen, mm. Det er vigtigt at have fokus på uddannelse af kvalificeret arbejdskraft til disse sektorer.¹³⁵

Social balance og sammenhængskraft

Elforbruget til power-to-X kan blive ganske stort, og placeres produktionsanlæggene ikke hensigtsmæssigt i forhold til elproduktion, kan etablering af power-to-X afstedkomme et behov for udbygning af elnettet, herunder potentielt med luftledninger.¹³⁶ Behovet for udbygning af nettet kan dog reduceres, såfremt power-to-X-anlæg placeres hensigtsmæssigt i forhold til elnettet.

Så længe grønne brændstoffer er dyrere end fossile, vil fx krav til udnyttelse af grønne brændstoffer medføre øgede omkostninger. Klimarådet vurderer, at direkte elektrificering typisk er billigere og mere relevant for vejpersontransporten og en stor andel af den tunge transport på vejene. For blandt andet skibs- og luftfarten vil der være et behov for grønne brændstoffer, som potentielt både vil kunne være i form af biobrændstoffer og elektrobrændstoffer. Fragt af varer og flyture kan derfor blive dyrere, hvilket kan påvirke den sociale balance og sammenhængskraften. Power-to-X-brændstoffer kan vise sig billigere end biobrændstoffer fremadrettet, og udviklingen af disse brændstoffer kan på langt sigt derfor bidrage til at reducere omkostningerne.

Kulstoflækage

Elproduktionen fra vedvarende energikilder kan i dag ikke dække elforbruget. Dette vil være tilfældet i flere af vores nabolande et stykke ud i fremtiden. Hvis produktionen af power-to-X-produkter i Danmark ikke modsvares af udbygning med vedvarende energi, vil produktionen sandsynligvis medføre øgede udledninger i udlandet, såkaldt kulstoflækage. Risikoen for kulstoflækage er særligt høj, når strømmen bruges til power-to-X, da den lave energieffektivitet i disse processer indebærer et stort elforbrug i forhold til reduktionspotentialet.

4-6 GW kan bruges som sigtelinje under forudsætning af, at det modsvares af vedvarende energi

Ud fra et rent klimaperspektiv, vil en langsommere udbygning af power-to-X, der først hen mod slutningen af 2020'erne eller efter 2030 skaleres til flere GW, minimere risikoen for øgede globale drivhusgasudledninger. Behovet for udvikling og demonstration af både produktion og anvendelse af elektrobrændstoffer, herunder især kulstoffrie brændstoffer i skibsfarten og bio- eller e-jet fuel i luftfarten, taler for, at der også er et behov for at komme i gang med produktionen og brugen af power-to-X-produkter. Klimarådet har også tidligere vist, at brint frem mod 2030 vil kunne anvendes i flere forskellige processer, der kan bidrage til både globale og nationale drivhusgasreduktioner.¹³⁷

EU-Kommissionen har i forbindelse med en række forslag til nye krav for elektrobrændstoffer i transportsektoren og i industrien i *Fit for 55*-pakken også foreslået regler for, hvornår elektrobrændstofferne kan anses som grønne

og dermed tælles med i kravene. Kommissionen foreslår, at elektrobrændstoffer skal medføre drivhusgasbesparelser på 70 pct. for at kunne defineres som grønne, men de nærmere regler for, hvordan dette skal beregnes er endnu ikke fremlagt. Et væsentligt spørgsmål er især, hvordan CO₂-intensiteten fra den anvendte strøm skal beregnes. Afhængig af forbrugsvirksomhedernes krav og ønsker, er der en risiko for, at det kan blive svært for produktionsvirksomhederne at afsætte power-to-X-produkter, hvis der er tvivl om, hvor grønne produkterne er, eller hvis produkterne fx ikke kan leve op til de foreslåede krav fra EU.

Hvis regeringen sigter mod en elektrolysekapacitet på 4–6 GW i 2030, bør der derfor arbejdes for at sikre, at anlæggene ikke drives af strøm med høj CO₂-intensitet. Klimarådet anbefaler, at regeringens ambitionsniveau for power-to-X på 4-6 GW bruges som sigtelinje under forudsætning af, at elforbruget hertil modsvares af udbygning med vedvarende energi, så produktionen af power-to-X-produkter overvejende baseres på grøn strøm. Uden tilstrækkelig grøn strøm risikerer power-to-X at øge de globale udledninger på kort sigt.

Direkte elektrificering bør prioriteres over power-to-X

Set fra et rent klimaperspektiv bør tiltag som direkte elektrificering, hvor det er teknisk muligt, og udfasning af fossil elproduktion prioriteres over anvendelse af power-to-X. Direkte elektrificering vil ligeledes være billigere end power-to-X i mange tilfælde.¹³⁸ Det er dog ikke ensbetydende med, at der ikke bør etableres power-to-X, så længe der stadig er fossil elproduktion, fossile biler på vejene eller oliefyr i husstande, som kan erstattes af henholdsvis vedvarende energi, elbiler og varmepumper eller fjernvarme.

Så længe udbygningen af vedvarende energi kan accelereres, så der kan sikres additional vedvarende energi til power-to-X, kan brugen af strøm til power-to-X stadig ses som et centralt element i den grønne omstilling. Muligheden for at opnå en stor fortrængningseffekt ved andre elektrificeringstiltag taler dog for, at udbygningen med vedvarende energi dels bør sigte efter at matche power-to-X, men dels også bør sigte efter at kunne bidrage til drivhusgasreduktioner via disse tiltag. Klimarådet anbefaler, at en fremtidig indsats og planlægning for power-to-X prioriterer direkte elektrificering over power-to-X, hvor det er teknisk og økonomisk muligt.

Kulstofbegrænsninger kan tale for, at power-to-X indsatsen prioriteres omkring kulstoffrie produkter

Mangel på kulstof til produkter, brændstoffer og negative udledninger kan blive en stor udfordring i 2050, hvilket er beskrevet i kapitel 3. Det taler for, at planlægning og strategier for power-to-X prioriterer kulstoffrie elektrobrændstoffer som brint og ammoniak til de forbrug, hvor det er teknisk og økonomisk muligt. Biogent kulstof eller kulstof fra luften kan blive dyrt i en situation med begrænset tilgængelighed eller manglende markedsmodning af DAC. Det kan indebære, at markedet selv vil bevæge sig mod kulstoffrie brændstoffer, hvis produktionsomkostninger ikke afhænger af prisen på kulstof.

Kulstofknaphed kan blive en central problemstilling i opfyldelsen af målet om nettonuludledning senest i 2050. Klimarådet anbefaler derfor, at en fremtidig indsats og planlægning for power-to-X prioriterer kulstoffrie elektrobrændstoffer over kulstofholdige i de slutanvendelser, hvor det er muligt.

Energiforbruget til udenrigsskibs- og luftfart bør indgå i planlægningen for nettonulmålet og power-to-X

Energiforbruget og de relaterede udledninger fra udenrigstransport tilskrives ifølge FN's regler ikke noget land. Energiforbruget til udenrigsskibs- og luftfart fra Danmark er dog betydeligt. Som beskrevet i kapitel 3 vurderer Klimarådet, at det er relevant at inddrage udledningerne fra udenrigsskibs- og -luftfart i planlægningen af, hvordan nettonulmålet skal opfyldes.

I udenrigsskibs- og -luftfart er der et stort behov for bio- eller elektrobrændstoffer for at kunne erstatte de fossile brændstoffer. Elektrobrændstoffer er forventeligt et økonomisk attraktivt alternativ til biobrændstoffer og kan gennem fx ammoniak til skibsfart bidrage til at begrænse brugen af kulstof. Klimarådet anbefaler, at regeringen inkluderer det forventede behov for grønne brændstoffer til omstilling af den danske del af udenrigsskibs- og luftfart i planlægningen for power-to-X frem mod 2050.

Støtte til power-to-X kan udformes på mange måder

Power-to-X-produkter er i dag dyrere end fossile brændstoffer og produkter. Selvom produktionsprisen for produkterne forventes at falde, vil denne prisforskel sandsynligvis være gældende en årrække endnu. Derfor vil etablering af power-to-X-anlæg eller initiering af brugen af power-to-X-produkter i en første fase kræve et særligt

incitament. Dette incitament kan skabes på forskellig vis. Fx kan man vælge at støtte power-to-X enten på produktionssiden eller forbrugssiden, eller man kan vælge at pålægge yderligere omkostninger på brugen af fossile alternativer gennem fx drivhusgasafgifter.

Støtte til produktion af power-to-X-produkter kan eksempelvis gives gennem direkte investerings- eller driftsstøtte til power-to-X-anlæggene. En anden måde er at reducere omkostningerne til strøm, der udgør en stor andel af produktionsomkostningerne ved power-to-X-produkter. Disse udgifter kunne fx reduceres ved at sikre en markant udbygning med vedvarende energi, som vil bidrage til at reducere elpriserne, eller gennem fleksible tariffer, som beskrives i det efterfølgende afsnit.

En anden tilgang er at støtte forbruget af power-to-X-produkter. Hvis elektrobrændstoffer anvendes i Danmark, vil de kunne bidrage til opfyldelsen af danske klimamålsætninger. Hvis det ses som et centralt formål med power-to-X-indsatsen i Danmark at bidrage til disse målsætninger, bør støtteindsatsen gå i denne retning. Flere af de typer af energiforbrug, hvor power-to-X-brændstoffer forventes at blive økonomisk attraktive eller teknisk nødvendige alternativer, ligger dog i sektorer, som ikke i dag tælles med i de danske målsætninger, fx udenrigsskibs- og luftfart. Den efterspørgsel efter power-to-X-produkter, som kan bidrage til opfyldelsen af de nationale målsætninger, vil derfor være væsentligt mindre i omfang, end den produktion der kan forventes fra regeringens sigte mod en elektrolysekapacitet i 2030 på 4-6 GW.

Der vil være fordele og ulemper ved de forskellige støtteformer, og manøvrerummet er også begrænset af, at støtten skal følge EU-regulering. Klimarådet har i denne analyse haft fokus på især klimaperspektiverne ved power-to-X. Her er det en central konklusion, at CO₂-fortrængningseffekten ved grøn strøm anvendt til power-to-X er mindre end til andre formål som direkte elektrificering og udfasning af fossil elproduktion. Udformningen af virkemidler, der har til hensigt at støtte power-to-X i Danmark, bør derfor ske under hensyntagen til andre anvendelser af strømmen.

Regeringens power-to-X-strategi har i høj grad fokus på produktionssiden. I strategien foreslås det blandt andet at indrette et udbud på 1,25 mia. kr. som en driftsstøtte til produktion af brint og power-to-X. Driftsstøtte kan bidrage til at reducere eller helt fjerne forskellen i produktionsomkostningerne mellem power-to-X-brændstoffer og fossile brændstoffer. En potentiel ulempe ved støtte til drift af power-to-X-anlæg kan dog være, at der skabes en højere betalingsvillighed hos power-to-X-producenter end hos andre aktører på elmarkedet. Det kan være u hensigtsmæssigt i forhold til en effektiv og klimafokuseret anvendelse af strømmen. Som beskrevet indebærer den relativt lave energieffektivitet ved power-to-X, at grøn strøm har større CO₂-fortrængningseffekt i andre anvendelser, herunder fx direkte elektrificering i industrien, fjernvarme og transporten. En central pointe i overvejelserne om udformning af støtte er derfor at sikre, at eventuel støtte til power-to-X ikke bryder med prioritering af direkte elektrificering over power-to-X.

Tilskyndelse til effektiv placering af store elforbrug som power-to-X bør sikres

Placeringen af power-to-X-anlæg er afgørende for hvilke systemiske muligheder og udfordringer, som anlæggene medfører for elsystemet og det øvrige energisystem. I regeringens strategi lægges der op til at indføre geografisk differentierede tariffer for store elforbrug. Klimarådet har tidligere anbefalet at indføre fleksible tariffer i elnettet, der er tidsmæssigt og geografisk differentierede, så de afspejler de faktiske omkostninger forbundet med brug af både transmissions- og distributionsnet.

En geografisk differentiering kan bidrage til at begrænse behovet for netudbygning ved at tilskynde virksomheder med et stort elforbrug til at placere sig i områder, hvor der er ledig kapacitet i nettet, herunder også tæt på produktionen af vedvarende energi. Dermed holdes transportafstanden for strømmen kort. Tilskyndelsen til en samfundsøkonomisk optimal placering er særlig relevant at sikre inden en eventuel etablering af storskala power-to-X-anlæg, store datacentre og andre store elforbrugere.

Klimarådet anbefaler, at regeringen arbejder for, at power-to-X-anlæg placeres hensigtsmæssigt i forhold til elnettet. Det kan fx faciliteres ved at indføre fleksible nettatariffer, der er tidsmæssigt og geografisk differentierede. Indførelsen af sådanne mere omkostningsægte tariffer bør ske inden etablering af power-to-X i stor skala.

Referencer

Kapitel 1

- ¹ Klimarådet, *Kommentering af Klimaprogram 2021*, 2021.
- ² Klimarådet, *Kendte veje og nye sport til 70 procents reduktion*, 2020.
- ³ Klimarådet, *Klimavenlig mad og forbrugeradfærd*, 2021.
- ⁴ Klimarådet, *Veje til Klimaneutral lastbiltransport*, 2021.

Kapitel 2

- ¹ IPCC, *Climate Change 2021 The Physical Science Basis, Summary for Policymakers*, 2021.
- ² UNEP, *Emissions Gap Report 2020*, 2020.
- ³ Carbon Brief, *Analysis, Do COP26 promises keep global warming below 2C?*, 2021.
- ⁴ UNEP, *Emissions Gap Report 2021*, 2021.
- ⁵ UNFCCC, *COP26, Update to the NDC Synthesis Report*, 2021.
- ⁶ IPCC, *Global Warming of 1.5 °C*, 2018.
- ⁷ UNEP, *Emissions Gap Report 2021*, 2021.
- ⁸ UNFCCC, *Glasgow Climate Pact – decision CP.26*, 2021.
- ⁹ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Aftale om klimalov*, 2019.
- ¹⁰ LSE, Grantham Research Institute on Climate Change and Environment, *Law no. 2015-992 on Energy Transition for Green Growth (Energy Transition Law)*, 2021 (<https://climate-laws.org/geographies/france/laws/law-no-2015-992-on-energy-transition-for-green-growth-energy-transition-law>).
- ¹¹ Naturvårdsverket; Swedish Environmental Protection Agency, *Sweden's Climate Act and Climate Policy Framework*, 2020 (<http://www.svedishepa.se/Environmental-objectives-and-cooperation/Swedish-environmental-work/Work-areas/Climate/Climate-Act-and-Climate-policy-framework-/>).
- ¹² Government of the Netherlands, *Climate Agreement*, 2019 (<https://www.government.nl/documents/reports/2019/06/28/climate-agreement>).
- ¹³ Government of United Kingdom, *Press release: UK sets ambitious new climate target ahead of UN Summit*, 2020 (<https://www.gov.uk/government/news/uk-sets-ambitious-new-climate-target-ahead-of-un-summit>).
- ¹⁴ UNFCCC, *National Inventory Submissions*, 2020 (<https://unfccc.int/ghg-inventories-annex-i-parties/2020>).
- ¹⁵ UNFCCC, *NDC Registry (interim)*, 2020 (<https://www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/Pages/All.aspx>).
- ¹⁶ Climate Action Tracker, *Countries*, 2022 (<https://climateactiontracker.org/countries/>).
- ¹⁷ United Nations, *World population prospects*, 2019 (<https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>).
- ¹⁸ UNFCCC, *NDC Registry (interim)*, 2021 (<https://www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/Pages/All.aspx>).
- ¹⁹ Danmarks Statistik, *Dansk forbrug sætter i høj grad sit klimaaftryk i udlandet*, 16. november 2021.
- ²⁰ OECD, *Climate Finance Provided and Mobilised By Developed Countries, aggregate trends updated with 2019 data*, 2021. (<https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/03590fb7-en.pdf?expires=1643118936&id=id&accname=guest&checksum=D641CAB35B82849ADD91FD34A40BC47D>).
- ²¹ OECD, *Statement by the OECD Secretary-General on future levels of climate finance*, 2021.
- ²² Udenrigsministeriet, *Danmarks årlige indberetning til EU om klimafinansiering*, mailkorrespondance den 9. december 2021.
- ²³ Udenrigsministeriet, *Danmarks årlige indberetning til EU om klimafinansiering*, mailkorrespondance den 9. december 2021.
- ²⁴ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Denmark's Fourth Biennial Report – under the United Nations Framework Convention on Climate Change*, 2020.
- ²⁵ Finansministeriet, *Forslag til finanslov for finansåret 2022 Tekst og anmærkninger § 6*. Udenrigsministeriet, 2021.
- ²⁶ Klima, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2021*, 2021.
- ²⁷ OECD, *Statement by the OECD Secretary-General on future levels of climate finance*, 2021.
- ²⁸ UNFCCC, *Decision -/CP.26 Long-term climate finance*, 2021.
- ²⁹ OECD, *Joint OECD/IEA submission to UNFCCC*, 2016.
- ³⁰ Carbon brief, *Key outcomes agreed at the UN climate talks in Glasgow*, 2021.
- ³¹ UNFCCC, *Race To Zero Campaign*, 2022.
- ³² GFANZ, *Amount of finance committed to achieving 1,5 °C now at scale needed to deliver the transition*, 2021.
- ³³ *Global Methane Pledge*, 2021.
- ³⁴ *Declaration on Zero Emission Shipping by 2050*, 2021
- ³⁵ *Glasgows Leaders' Declaration on Forest and Land Use*, 2021.
- ³⁶ BOGA, *Beyond oil and gas alliance*, 2021.
- ³⁷ UKCOP26, *Global coal to clean power transition statement*, 2021.

Kapitel 3

- ¹ Earth System Science Data, *Global Carbon Budget*, Copernicus Publications, 2021.
- ² IPCC, *Special report on climate change and land*, 2019; Earth System Science Data, *Global Carbon Project 2021*, 2021.
- ³ The Global Methane Pledge (<https://www.globalmethanepledge.org/>).
- ⁴ UNFCCC, *Paris Agreement - Article 4*, 2015.

- ⁵ Hilaire, J. m.fl., *Negative emissions and international climate goals—learning from and about mitigation scenarios*, Springer Nature, Climatic Change. 2021.
- ⁶ UNEP, *Emissions Gap Report 2021*, oktober 2021.
- ⁷ Climate Action Tracker, *CAT net zero target evaluations*, 2021.
- ⁸ Dyke, J. m.fl., *Climate scientists: concept of net zero is a dangerous trap*, 2021; UNEP, *Emission Gap Report 2021*, 2021.
- ⁹ Creutzig, F., m.fl., *Considering sustainability thresholds for BECCS in IPCC and biodiversity assessments*, GCB Bioenergy, 2021, vol. 13, side 510–515.
- ¹⁰ University of Oxford Energy & Climate Intelligence unit, *TAKING STOCK: A global assessment of net zero targets*, 2021.
- ¹¹ Corry, O., *The international politics of geoengineering: The feasibility of Plan B for tackling climate change*, 2017.
- ¹² Se <https://climateactiontracker.org/methodology/net-zero-targets/>.
- ¹³ Energistyrelsen, *Global afrapportering*, 2021
- ¹⁴ HM Government, *Net Zero Strategy: Build Back Greener*, 2021; *Climate Change Committee, The Sixth Carbon Budget, Methodology report*, december 2020.
- ¹⁵ Kärcher, B, *Formation and radiative forcing of contrail cirrus*, Nature Communications, 2018.
- ¹⁶ EASA, *FINAL REPORT Updated analysis of the non-CO₂ climate impacts of aviation and potential policy measures pursuant to the EU Emissions Trading System Directive Article 30(4)*, 2020.
- ¹⁷ McKinsey & Company, *Hydrogen-powered aviation - A fact-based study of hydrogen technology, economics, and climate impact by 2050*, 2020.
- ¹⁸ Energistyrelsen, *Resultater for KP21-scenarier*, 2021.
- ¹⁹ Olsen, J., *AgriFoodTure: Roadmap for sustainable transformation of the Danish Agri-Food system*, 2021.
- ²⁰ Olsen, J., *AgriFoodTure: Roadmap for sustainable transformation of the Danish Agri-Food system*, 2021.
- ²¹ Miljøstyrelsen, *Udnyttelse af ressourcer og energi ved Landfill Mining*, 2018.
- ²² The Concrete Centre: *Low carbon concrete* (<https://www.concretecentre.com/Publications-Software/Concrete-Compass/Low-Carbon-Concrete.aspx>); Thyssen-Krupp, *Oxyfuel: a climate-neutral cement production is getting closer*, 2019; Carrasco-Maldonado, F. m.fl., *Oxy-fuel combustion technology for cement production – State of the art research and technology development*, 2016.
- ²³ HM Government, *Net Zero Strategy: Build Back Greener*, 2021; EU-Kommissionen; *A Clean Planet for all*, 2018.
- ²⁴ Naturstyrelsen, *Statslig skovrejsning* (<https://naturstyrelsen.dk/naturbeskyttelse/naturprojekter/tilskudsordninger/statslig-skovrejsning/>); Johannsen, V. K. m.fl., *Kulstofbinding ved skovrejsning*, 2020.
- ²⁵ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Bruttovirkemiddelkatalog*, bilag 1 til Klimaprogram 2021.
- ²⁶ Fuss, S. m.fl., *Negative emissions—Part 2: Costs, potentials and side effects*, 2018.
- ²⁷ Europa-Kommissionen. *EU's biodiversitetsstrategi for 2030. Naturen skal bringes tilbage i vores liv*. Meddelelse fra Kommissionen til Europa-Parlamentet, Rådet mv., maj 2020.
- ²⁸ Johannsen, V.K. m.fl., *Kulstofbinding ved skovrejsning*, 2020.
- ²⁹ FAO, *The State of the World's Forests*, 2020.
- ³⁰ Energistyrelsen, *Technology Data, Carbon capture, transport and storage*, 2021.
- ³¹ Klimarådet, *Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion*, 2020.
- ³² Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Bruttovirkemiddelkatalog*, bilag 1 til Klimaprogram 2021.
- ³³ Energistyrelsen, *Technology Data, Carbon capture, transport and storage*, 2021.
- ³⁴ Fuss, S. m.fl., *Negative emissions – Part 2: Costs, potentials and side effects*, 2018.
- ³⁵ Finansministeriet, *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug*, 2021.
- ³⁶ Jyoti Rawat m.fl., *Biochar: A Sustainable Approach for Improving Plant Growth and Soil Properties, Biochar - An Imperative Amendment for Soil and the Environment*, 2019.
- ³⁷ Fuss, S. m.fl., *Negative emissions – Part 2: Costs, potentials and side effects*, 2018.
- ³⁸ Wang, C m.fl., *Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in biochar – Their formation, occurrence and analysis: A review*. Organic Geochemistry Vol. 114, december 2017, side 1-11.
- ³⁹ Energistyrelsen, *Opgørelse af tekniske reduktionspotentialer frem mod 2030*, 2021.
- ⁴⁰ Bui, M. m.fl., *Carbon capture and storage (CCS): the way forward*, 2018; Energistyrelsen, *Energikatalog for procesvarme*, 2021.
- ⁴¹ Energistyrelsen, *Technology Data, Carbon capture, transport and storage*, 2021.
- ⁴² Fuss, S. et al., *Negative emissions – Part 2: Costs, potentials and side effects*, 2018.
- ⁴³ Energistyrelsen, *Klimastatus og –fremskrivning 2021*, 2021.
- ⁴⁴ IPCC, *Global warming of 1.5 °C*, 2018.
- ⁴⁵ Klimarådet, *Biomassens betydning for grøn omstilling*, 2018.
- ⁴⁶ IEA, *Net Zero by 2050*, 2021.
- ⁴⁷ Energy Transitions Commission, *Bioresources within a Net-Zero Emissions Economy: Making a Sustainable Approach Possible*, 2021.
- ⁴⁸ Gylling, M. og Jørgensen, U., *+10 mio. ton planen - muligheder for en øget danske produktion af bæredygtig biomasse til bioraffinaderier*, IFRO, 2012 samt opdatering i 2016.
- ⁴⁹ Europa-Kommissionen. *EU's biodiversitetsstrategi for 2030. Naturen skal bringes tilbage i vores liv*. Meddelelse fra Kommissionen til Europa-Parlamentet, Rådet mv., maj 2020.
- ⁵⁰ Dasgupta, P., *The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review*, 2021.

- ⁵¹ Ourworldindata.org/mammals.
- ⁵² Haberl m.fl., *Human Appropriation of Net Primary Production: Patterns, Trends, and Planetary Boundaries*. Annual Review of Environment and Resources, 2014 .
- ⁵³ Klimarådet, *Biomassens betydning for grøn omstilling*, 2018; Nielsen m.fl., *CO2 emission mitigation through fuel transition on Danish CHP and district heating plants*, 2021; Energistyrelsen, *Biomasseanalyse*, 2020, Ea Energianalyse for Concito, *Optimeret biomasseanvendelse til el- og fjernvarme mod 2040*, 2021; Robert Matthews, *Assessment of EU LULUCF Regulation*, Forest Research, 2020.
- ⁵⁴ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Lov om klima*, 2021.
- ⁵⁵ Klimarådet: *Biomassens betydning for grøn omstilling*, 2018; Climate Action Tracker: *How and why does LULUCF matter*, climateactiontracker.org, 2021.
- ⁵⁶ EU Joint Research Center, *The use of woody biomass for energy production in the EU*, 2021; Jonsson R. m.fl., *Analysis of wood resource balance gaps for the EU* 2021.
- ⁵⁷ Aftale mellem regeringen (Socialdemokratiet) og Venstre, Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti, Enhedslisten, Det Konservative Folkeparti, Liberal Alliance og Alternativet., *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi*, 16 juni 2020.
- ⁵⁸ Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2022*, forudsætningsnotat om affaldsforbrænding, 2021.
- ⁵⁹ Dansk Energi (www.danskeenergi.dk/nyheder/dansk-energi-analyse-potentialet-co2-fangst-kan-kun-daekke-mindre-del-reduktionsbehovet).
- ⁶⁰ Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping, *Position Paper – Fuel Option Scenarios*, 2021; Franz m.fl., *MarE-Fuel: ROADMAP for sustainable maritime fuels*, 2021; Energistyrelsen, *Efterspørgsel efter Power-to-X-produkter*, 2021.
- ⁶¹ Henrik Lund, Brian Vad Mathiesen m.fl., *IDAs Klimasvar 2045 – Sådan bliver vi klimaneutrale*, Ingeniørforeningen IDA, juni 2021.
- ⁶² Maersk (<https://www.maersk.com/news/articles/2021/08/18/maersk-secures-green-e-methanol>).
- ⁶³ Maersk, *Towards a zero-carbon future*, 2019
- ⁶⁴ Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2021*, 2021.
- ⁶⁵ Lee. D.S m.fl., *The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 – 2018*, Atmospheric Environment Vol. 244, januar 2021.
- ⁶⁶ McKinsey & Company, *Hydrogen-powered aviation - A fact-based study of hydrogen technology, economics, and climate impact by 2050*, 2020.
- ⁶⁷ Henrik Wenzel, Oplæg på Dansk Bioøkonomi Konference, oktober 2021.
- ⁶⁸ Dansk Energi (<https://www.danskeenergi.dk/nyheder/dansk-energi-analyse-potentialet-co2-fangst-kan-kun-daekke-mindre-del-reduktionsbehovet>); ARC 2021, *Ny strategi for CO2-fangst kan bane vejen for store klimareduktioner på Amager Bakke*, 2021; Nyhed på Energy-supply. Dk (https://www.energy-supply.dk/article/view/804359/smedevirksomhed_bygger_i_rekordfart_stiesdal_indvier_forste_udgave_af_skyclean)
- ⁶⁹ Finansministeriet, *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug*, 2021.
- ⁷⁰ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *En køreplan for fangst, transport og lagring af CO2 - Anden del af en samlet CCS-strategi*, 2021.
- ⁷¹ CTR, HOFOR; VEKS og Vestforbrændingen: *Fremtidens Fjernvarmeforsyning i hovedstadsområdet 2050. Slutrapport i Power point*, 2021
- ⁷² Landbrugsstyrelsen (<https://lbst.dk/tilskudsguide/klimaforskning-i-landbruget/>).
- ⁷³ Energiforskning.dk, *Energi 21 – grønnere, billigere, hurtigere*, 2021.
- ⁷⁴ Mandag Morgen, *Holland vil afvikle højintensivt animalsk landbrug*, 24. januar 2022.
- ⁷⁵ Klimarådet, *Veje til klimaneutral lastbiltransport*, 2021.

Kapitel 4

- ¹ Eurostat, *Share of energy from renewable sources*, 2022.
- ² Eurostat, *SHARES tool 2020 – Denmark*, 2022.
- ³ Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2021 (KF21): Andel af VE-brændstoffer i brændstofforbruget*, 2021.
- ⁴ Se fx Klima-, Energi- og Forsyningsudvalget, *Bilag 430 Grund- og nærhedsnotater om kvotehandelssystemet, markedsstabilitetsreserven og byrdefordelingsaftalen, fra klima-, energi- og forsyningsministeren*, 2021.
- ⁵ EU-Kommissionen, *press conference by President von der LEYEN, Executive Vice-President TIMMERMANS, and Commissioners SIMSON, GENTILONI, VÁLEAN, SINKEVIČIUS and WOJCIECHOWSKI on delivering the European Green Deal*, 2021.
- ⁶ EU-Kommissionen, *Nyhedsartikel: ETS Market Stability Reserve to reduce auction volume by over 378 million allowances between September 2021 and August 2022*, 2021.
- ⁷ Klimarådet, *Biomassens betydning for grøn omstilling*, 2018.
- ⁸ Klimarådet, *Biomassens betydning for grøn omstilling*, 2018.
- ⁹ Government of Ireland, *Climate action plan 2019*, 2019; Clean energy Wire, *Germany's climate obligations under the EU Effort Sharing scheme*, 2019.
- ¹⁰ EEX, *Market Data – Environmental Data – Spot market*, 2022.
- ¹¹ EU-Kommissionen, *IMPACT ASSESSMENT REPORT Accompanying the document DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive 2003/87/EC establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within the Union, Decision (EU) 2015/1814 concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the Union greenhouse gas emission trading scheme and Regulation (EU) 2015/757*, 2021.

- ¹² Se fx Thema, *Record-high carbon prices: Is the EU ETS really fit for 55?*, 2021; CRU, *Understanding carbon prices*, 2021; Lawson Steele, *Carbon: upping target to €150/t*, 2022.
- ¹³ Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2022 (KF22): CO₂-kvotepris - Forudsætningsnotat nr. 3B (høringsversion)*, 2022.
- ¹⁴ EEX, *Market Data: Environmental Markets: Spot Market*, 2022.
- ¹⁵ De Økonomiske Råd, *Økonomi og Miljø 2019*, 2019.
- ¹⁶ Silbye og Sørensen, *National Climate Policies and the European Emissions Trading System*, 2019.
- ¹⁷ Det Europæiske Miljøagentur, *EEA greenhouse gases – data viewer*, 2021.
- ¹⁸ Jørgensen; Engelbrecht; Gewessler; Wissing; Bausch; Harakka; Harbers og Eneroth; *Possibility to implement more ambitious national blending mandates – Joint letter on behalf of DK, DE, SE, FI, NL, AT, and LU*, 2022.
- ¹⁹ Klimarådet, *Regulering af flysektoren*, 2019.
- ²⁰ CE Delft for EU-Kommissionen, *Taxes in the Field of Aviation and their impact*, 2019; Transport & Environment, *T&E Response to public consultation – public consultation on Passenger VAT rules*, 2017.
- ²¹ European Union Aviation Safety Agency, *Updated analysis of the non-CO₂ climate impacts of aviation and potential policy measures pursuant to the EU Emissions Trading System Directive Article 30*, 2020.
- ²² ICF Consulting, *Assessment of ICAO's global market-based measure (CORSIA) pursuant to Article 28b and for studying cost passthrough pursuant to Article 3d of the EU ETS Directive*, bestilt af EU-Kommissionen, 2020.
- ²³ EU-Kommissionen, *Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the use of renewable and low-carbon fuels in maritime transport and amending Directive 2009/16/EC*, 2021.
- ²⁴ Reuters, *Denmark, U.S. and 12 other nations back tougher climate goal for shipping*, 2021.
- ²⁵ International Council on Clean Transportation, *Market Monitor: European Passenger Car And Light Commercial Vehicle Registrations: January-December 2021*, 2022.

Kapitel 5

- ¹ Johannsen, V.K. m.fl., *Opdatering af skovfremskrivning: Forventet drivhusgasregnskab for de danske skove 2020-2050*, 2022.
- ² Regeringen, fremsat under folketingsbehandling af "F 17 Om regeringens fremtidige klimapolitiske initiativer set i lyset af redegørelsen for klimaeffekter", 2021 (<https://www.ft.dk/samling/2021/vedtagelse/v22/index.htm>).
- ³ Nielsen, O., m.fl., *Denmarks nationale inventory report, 2021. Emission Inventories 1990-2019 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol*, 2021.
- ⁴ Energistyrelsen, *Forudsætninger for KP21-scenarier - Landbrug, jorder og skov*, 2021.
- ⁵ Kristensen, T. m.fl., *Estimering af national klimaeffekt for omlægning til økologisk jordbrug*, 2020.
- ⁶ Kristensen, T. m.fl., *Estimering af national klimaeffekt for omlægning til økologisk jordbrug*, 2020.
- ⁷ Kristensen, T. m.fl., *Estimering af national klimaeffekt for omlægning til økologisk jordbrug*, 2020.
- ⁸ De Økonomiske Råds formandskab, *Økonomi og miljø*, 2021.
- ⁹ Callesen, G. og Jacobsen, J.B., *Det danske marked for træ*, IFRO Udredning Nr. 2021/06.
- ¹⁰ Tornbjerg, H. m.fl., *Vandløb 2019: Kemisk vandkvalitet og stoftransport*, 2021. NOVANA, DCE AU. (<https://dce2.au.dk/pub/SR452.pdf>); Kronvang, B., *Forsker: Vi når ikke i mål med vandmiljøet med ny landbrugsaftale*, Altinget.dk. 27. oktober 2021.
- ¹¹ Lundhede, T., Thorsen, B.J., *Omkostninger ved skovrejsning*, IFRO Udredning, 2021.
- ¹² Transportministeriet, personlig kommunikation, 6. december 2021.
- ¹³ Transportministeriet, personlig kommunikation, 6. december 2021.
- ¹⁴ Regeringen og aftalepartier, *Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi*, 2020.
- ¹⁵ Rambøll, DTU, Force Technology og Teknologisk Institut, *Måltrettet indsats for at mindske metantab fra danske biogasanlæg*, 2021.
- ¹⁶ Uddannelses- og Forskningsministeriet, samtale 21. januar 2022.

Kapitel 6

- ¹ Klimarådet, *Afgifter der forandrer*, 2016; Klimarådet, *Omstilling frem mod 2030*, 2017; Klimarådet, *Flere elbiler på vejene*, 2018; Klimarådet, *Vej til klimaneutral lastbiltransport*, 2021.
- ² Klimarådet, *Flere elbiler på vejene*, 2018.
- ³ Ekspertgruppen for en grøn skattereform, *Grøn skattereform – første delrapport*, 2022.
- ⁴ Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2022 (KF22): CO₂-kvotepris - Forudsætningsnotat nr. 3B (høringsversion)*, 2022.
- ⁵ PWC, *Afgiftsvejledningen 2022*, 2022 (<https://www.pwc.dk/da/afgiftsvejledningen.html>).
- ⁶ Energistyrelsen, *Standardfaktorer for brændværdier og CO₂-emissionsfaktorer til brug for rapporteringsåret 2020*, 2021; Energistyrelsen, *Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger for energipriser og emissioner*, 2019.
- ⁷ Skatteministeriet, *Aftale om en grøn skattereform*, 2020.
- ⁸ De Økonomiske Råds formandskab, *Økonomi og miljø 2021 – Beskatning af privatbilisme*, 2021.
- ⁹ Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2022 (KF22): CO₂-kvotepris, Forudsætningsnotat nr. 3B (Høringsversion)*, 2022.
- ¹⁰ DECC, *Planning Our Electric Future: A White Paper for Secure, Affordable and Low-Carbon Electricity*, 2011; Hirst D., *Carbon Price Floor (CPF) and the price support mechanism*, 2018.
- ¹¹ Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2022 (KF22): CO₂-kvotepris - Forudsætningsnotat nr. 3B (høringsversion)*, 2022.
- ¹² De Økonomiske Råds formandskab, *Økonomi og miljø 2020 – Dansk klimapolitik frem mod 2030*, 2021.
- ¹³ Kraka, *En klimareform der leverer de magiske 70 procent*, 2020.

- ¹⁴ Fagbevægelsens Hovedorganisation, *En retfærdig grøn omstilling*, 2021.
- ¹⁵ De Økonomiske Råds formandskab, *Økonomi og miljø 2020 – Dansk klimapolitik frem mod 2030*, 2021.
- ¹⁶ De Økonomiske Råds formandskab, *Økonomi og miljø 2021 – Beskæftigelseseffekter af drivhusgasbeskatning*, 2021.
- ¹⁷ Energistyrelsen, *Klimastatus og –fremskrivning 2021*, 2021.
- ¹⁸ Danmarks Statistik, tabel RAS300 (statistikbanken.dk).
- ¹⁹ De Økonomiske Råds formandskab, *Økonomi og miljø 2021 – Beskæftigelseseffekter af drivhusgasbeskatning*, 2021.
- ²⁰ Energistyrelsen, *Klimastatus og –fremskrivning 2022 (KF22): CO₂-kvotepris - Forudsætningsnotat nr. 3B (høringsversion)*, 2022; Thema, *Record-high carbon prices: Is the EU ETS really fit for 55?*, 2021 (<https://thema.no/thema-insight/record-high-carbon-prices-is-the-eu-ets-really-fit-for-55/?lang=en>); CRU, *Understanding carbon prices*, 2021 (<https://sustainability.crugroup.com/article/understanding-carbon-prices>); Lawson Steele, *Carbon: upping target to €150/t*, 2022 (<https://www.linkedin.com/pulse/carbon-upping-target-150t-lawson-steele>).
- ²¹ Energistyrelsen, *Verificerede emissioner 2008-2020* (<https://ens.dk/ansvarsomraader/co2-kvoter/stationaere-produktionsenheder/co2-rapportering-og-retturnering>); Energistyrelsen, *Grundtildeling 2021-2025* (<https://ens.dk/ansvarsomraader/co2-kvoter/stationaere-produktionsenheder/kvotetildeling-2021-2030>).
- ²² OECD, *OECD Economic Surveys: Denmark 2021*, 2021.
- ²³ OECD, *OECD Economic Surveys: Denmark 2021*, 2021.
- ²⁴ Klimarådet, *Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion*, 2020.
- ²⁵ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaprogram 2021*, 2021.
- ²⁶ De Økonomiske Råds formandskab, *Økonomi og miljø 2020 – Dansk klimapolitik frem mod 2030*, 2021; Klimarådet, *Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion*, 2020.
- ²⁷ De Økonomiske Råds formandskab, *Økonomi og miljø 2020 – Dansk klimapolitik frem mod 2030*, 2021.
- ²⁸ Finansministeriet, *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug*, 2021.
- ²⁹ Kraka, *Landbruget har afgørende betydning for Danmarks vej mod 70 pct.-målsætningen*, 2021.
- ³⁰ De Økonomiske Råds formandskab, *Økonomi og miljø 2020 – Dansk klimapolitik frem mod 2030*, 2021.
- ³¹ De Økonomiske Råds formandskab, *Økonomi og Miljø 2020*, 2021.
- ³² Energistyrelsen, *Klimastatus og –fremskrivning 2022 (KF22): Landbrugsarealer og øvrige arealer (eksklusiv skov)*, 2022.
- ³³ Energistyrelsen, *Klimastatus og –fremskrivning 2022 (KF22): Landbrugsarealer og øvrige arealer (eksklusiv skov)*, 2022.
- ³⁴ Lund, P., *Malkekoens ernæring – fodringsstrategier målrettet produktivitet og miljøhensyn*, 2015.
- ³⁵ SEGES, *Landbrugets klimaværktøj*, 2021 (<https://projekter.seges.dk/promilleafgiftsfonden-for-landbrug/promilleafgiftsfonden-for-landbrug---2021/5397>); SEGES og Økologisk Landsforening, *Alle landmænd skal kunne beregne gårdens klimaaftryk*, 2020 (<https://www.seges.dk/da-dk/nyheder/allelandmandskalkunneberegnegardensklimateaftryk>); Klimarådet, *Effektive veje til drivhusgasreduktion i landbruget*, 2016.
- ³⁶ SEGES, *Landbrugets klimaværktøj*, 2021 (<https://projekter.seges.dk/promilleafgiftsfonden-for-landbrug/promilleafgiftsfonden-for-landbrug---2021/5397>); SEGES og Økologisk Landsforening, *Alle landmænd skal kunne beregne gårdens klimaaftryk*, 2020 (<https://www.seges.dk/da-dk/nyheder/allelandmandskalkunneberegnegardensklimateaftryk>); Klimarådet, *Effektive veje til drivhusgasreduktion i landbruget*, 2016.
- ³⁷ SCI, *Methane Reducing Feed Additive is Approved*, 23. november 2021 (<https://www.soci.org/news/2021/11/methane-reducing-feed-additive-is-approved>).
- ³⁸ Nielsen, O.-K. m.fl., *Denmark's National Inventory Report 2021. Emission Inventories 1990-2019 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol*. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 2021.
- ³⁹ Mandag Morgen, *Holland vil afvikle højintensivt animalsk landbrug*, 25. januar 2022.
- ⁴⁰ AgriFoodTure, *White Paper, Roadmap for Sustainable Transformation of the Danish Agri-food System*, 2021.
- ⁴¹ Landbrugsstyrelsen, *Klimaforskning i landbruget*, 2019 (<https://lbst.dk/tilskudsguide/klimaforskning-i-landbruget/>).
- ⁴² Innovationsfonden, EUDP og ELFORSK, *Energi21 - Grønnere Billigere Hurtigere*, december 2021, (<https://energiforskning.dk/sites/energiforskning.dk/files/media/document/energi21.pdf>).
- ⁴³ Klimarådet, *Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion*, 2020.
- ⁴⁴ De Økonomiske Råds formandskab, *Økonomi og Miljø 2020*, 2021.
- ⁴⁵ De Økonomiske Råds formandskab, *Økonomi og Miljø 2020*, 2021.
- ⁴⁶ De Økonomiske Råds formandskab, *Økonomi og Miljø 2021*, 2021.
- ⁴⁷ De Økonomiske Råds formandskab, *Økonomi og Miljø 2021*, 2021.
- ⁴⁸ Europa-Parlamentets og Rådet, *Direktiv (EU) 2016/2284 om nedbringelse af nationale emissioner af visse luftforurenende stoffer, om ændring af direktiv 2003/35/EF og om ophævelse af direktiv 2001/81/EF*, 14. december 2016. Europa-Parlamentets og Rådet, *Direktiv 2010/75/EU om industrielle emissioner (integreret forebyggelse og bekæmpelse af forurening)*, 24. november 2010; Rådet, *Direktiv 91/676/EØF om beskyttelse af vand mod forurening forårsaget af nitrater, der stammer fra landbruget*, 12. december 1991; Europa-Parlamentets og Rådet, *Direktiv 2000/60/EF om fastlæggelse af en ramme for Fællesskabets vandpolitiske foranstaltninger*, 23. oktober 2000.
- ⁴⁹ Germán Giner Santonja, m.fl., *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs*, 2017.
- ⁵⁰ Miljøministeriet, Miljøstyrelsen, *Husdyrbekendtgørelsen*, 2021.
- ⁵¹ Energistyrelsen, *Klimafremskrivning 2021, CRF tabeller* (Der er ikke identificeret selvstændige opgørelser af landbrugets fossile energiforbrug. Ud fra danske forhold antages landbruget at udgøre 2/3 af kategorien fossilt energiforbrug i landbrug og fiskeri).

- ⁵² SCI, *Methane Reducing Feed Additive is Approved*, 23. november 2021, (<https://www.soci.org/news/2021/11/methane-reducing-feed-additive-is-approved>)
- ⁵³ Landbrugsavisen, *Stof X reducerer metan - men også mælkeydelse*, 7. september 2021 (<https://landbrugsavisen.dk/kv%C3%A6g/stof-x-reducerer-metan-men-ogs%C3%A5-m%C3%A6lkeydelse>); Roque, B.M. M.fl., *Red seaweed (Asparagopsis taxiformis) supplementation reduces enteric methane by over 80 percent in beef steers*, 2021.
- ⁵⁴ Aktuel naturvidenskab, *Ny teknologi mod gyllegener*, 2021 (<https://aktuelnaturvidenskab.dk/find-artikel/nyeste-numre/4-2020/ny-teknologi-mod-gylle-gener/>).
- ⁵⁵ Ingeniøren, *Plasmapistol skyder ammoniak og metan væk fra kogylle*, 17. oktober 2021.
- ⁵⁶ B. Elberling, *Våde marker giver mere lattergas*, *Aktuel naturvidenskab* 2, 2019
- ⁵⁷ Pivot Bio, *Solutions from the Soil*, 2022, <https://www.pivotbio.com/our-science>
- ⁵⁸ EU-Kommissionen, *Sustainable Carbon Cycles*, 2021 (https://ec.europa.eu/clima/system/files/2021-12/com_2021_800_en_o.pdf).
- ⁵⁹ World Wildlife Fund, European Environmental Bureau, Birdlife International, *Will CAP eco-schemes be worth their name*, 2021.
- ⁶⁰ Klimarådet, *Kulstofrige lavbundsjorder*, 2020.
- ⁶¹ Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning 2021*, 2021
- ⁶² Klima, Energi- og Forsyningsministeriet, *Fremtidens grønne brændstoffer*, 2021
- ⁶³ Energistyrelsen, *Baggrundsnotat til AF21 – Datacentre*, 2021.
- ⁶⁴ Energistyrelsen, *Elforsyningssikkerhed frem mod og efter 2030 - Klimaafteleanalyse 1*, 2020 & Energinet, *Redegørelse for elforsyningssikkerhed 2021*, 2021.
- ⁶⁵ Energinet, *Redegørelse for elforsyningssikkerhed 2021*, 2021.
- ⁶⁶ Energistyrelsen, *Global afrapportering 2021*, 2021.
- ⁶⁷ EU Kommissionen, *An EU Strategy to harness the potential of offshore renewable energy for a climate neutral future*, 2020
- ⁶⁸ Folketinget, *V 22 Om regeringens fremtidige klimapolitiske initiativer set i lyset af redegørelsen for klimaeffekter*, 2021 (<https://www.ft.dk/samling/2021/vedtagelse/V22/index.htm>).
- ⁶⁹ Energistyrelsen, *Global afrapportering 2021*, 2021.
- ⁷⁰ Se fx Europa-Kommissionen, *2030 Climate Target Plan*, 2022 (https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/2030-climate-target-plan_en) eller ENTOSG & ENTOS-E, *TYNDP 2022*, 2022 (<https://2022.entos-tyndp-scenarios.eu/>).
- ⁷¹ Energistyrelsen, *Technology Data, Generation of Electricity and District heating*, 2020
- ⁷² Klima- Energi- og Forsyningsministeriet, *Tillæg til klimaaftale om energi og industri af 22. juni 2020 vedr. ejerskab og konstruktion af energioer mv.*, 2021 og Finansministeriet, *finanslovdelaftale om Investeringer i et fortsat grønne Danmark*, 2021.
- ⁷³ Energistyrelsen, *Udbuddet for Hesselø Havvindmøllepark sættes på pause*, 2021, (<https://ens.dk/presse/udbuddet-hesseloe-havvindmøllepark-saettes-paa-pause>).
- ⁷⁴ Energistyrelsen, *Havvindspotentialet i Danmark*, 2021.
- ⁷⁵ Energistyrelsen, *Notat om Landvind-potentialemodellen*, 2018.
- ⁷⁶ Energistyrelsen, *Kystnære havmøller i Danmark*, 2012.
- ⁷⁷ Mathiesen m.fl., *The role of Photovoltaics towards 100% Renewable energy systems: Based on international market developments and Danish analysis*, 2017.
- ⁷⁸ Energistyrelsen, *Analyse af tidssvarende udbygning med solceller under hensyn til gældende EU-regulering*, 2020.
- ⁷⁹ Energistyrelsen, *Analyse af åben-dør ordningen*, 2021
- ⁸⁰ Se fx Clausen, L.T., *Wind 2050 Policy Brief #4: Borgerdeltagelse i vindmølleplanlægning*, 2017 (<http://www.wind2050.dk/publications>) eller Ellis G; Ferraro G. *The Social Acceptance of Wind Energy: Where we stand and the path ahead*, 2016.
- ⁸¹ Energinet, *Behovsanalyse for Eltransmissionsnettet*, 2021.
- ⁸² Dansk Energi og Energinet, *Kapacitetskort for elnettet*, 2022, (<https://storymaps.arcgis.com/stories/eb5b387e376f49b8996d5e7c47fbd37>).
- ⁸³ Energinet, *Behovsanalyse for Eltransmissionsnettet*, 2021.
- ⁸⁴ Klima- Energi- og Forsyningsministeriet, *Stemmeafgørelse: En effektiv og fremtidssikret elinfrastruktur til understøttelse af den grønne omstilling og elektrificeringen*, 2021 .
- ⁸⁵ Energistyrelsen, *Analyse af geografisk differentierede forbrugstariffer og direkte linjer*, 2021.
- ⁸⁶ Energifællesskaber.dk, *Elektrificering af lokalsamfund*, 2021.
- ⁸⁷ Dansk Energi, *Beskæftigelseseffekter af investeringerne i den grønne omstilling*, 2020.
- ⁸⁸ De Økonomiske Råds formandskab, *Diskussionsoplæg – Beskæftigelseseffekter af drivhusgasbeskatning* , 2021.
- ⁸⁹ Regeringen, *Regeringens strategi for POWER-TO-X*, 2021.
- ⁹⁰ Regeringen, *Regeringens strategi for POWER-TO-X*, 2021; Brinbranchen, *Danske brintprojekter: Projektpartnere og forventet elektrolysekapacitet i 2030*, 2022 (<https://brinbranchen.dk/danske-brintprojekter/>).
- ⁹¹ Regeringen, *Regeringens strategi for POWER-TO-X*, 2021; Franz m.fl., *MarE-Fuel: ROADMAP for sustainable maritime Fuels*, 2021.
- ⁹² Regeringen, *Regeringens strategi for POWER-TO-X*, 2021.
- ⁹³ EU-Kommissionen, *A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe*, 2020.
- ⁹⁴ Regeringen, *Regeringens strategi for POWER-TO-X*, 2021.
- ⁹⁵ EU-Kommissionen, *Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council, Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the*

- Council and Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652, 2021.
- ⁹⁶ EU-Kommissionen, *Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the use of renewable and low-carbon fuels in maritime transport and amending Directive 2009/16/EC*, 2021; EU-Kommissionen, *Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on ensuring a level playing field for sustainable air transport*, 2021.
- ⁹⁷ EU-Kommissionen, *Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on ensuring a level playing field for sustainable air transport*, 2021.
- ⁹⁸ Regeringen, *Regeringens strategi for POWER-TO-X*, 2021.
- ⁹⁹ Energistyrelsen, *Efterspørgsel efter Power-to-X-produkter*, 2021.
- ¹⁰⁰ Energistyrelsen, *Efterspørgsel efter Power-to-X-produkter*, 2021.
- ¹⁰¹ International Energy Agency, *Renewables 2021*, 2021; International Energy Agency, *World Energy Outlook 2021*, 2021.
- ¹⁰² Energistyrelsen, *Global Afrapportering 2021*, 2021.
- ¹⁰³ EnergiWatch, *CO₂-indholdet i dansk strøm steg voldsomt i 2021*, 2022, (<https://energiwatch.dk/Energinyt/Energiselskaber/article13635711.ece>).
- ¹⁰⁴ Cerulogy, *What role is there for electrofuel technologies in European transport's low carbon future?*, 2017.
- ¹⁰⁵ Klimarådet, *Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion*, 2020; EA Energianalyse, *Roadmap for elektrificering i Danmark*, 2020.
- ¹⁰⁶ Regeringen, *Regeringens strategi for POWER-TO-X*, 2021.
- ¹⁰⁷ Transport & Environment, *Electrofuels? Yes, we can ... if we're efficient*, 2020.
- ¹⁰⁸ Klimarådet, *Veje til klimaneutral lastbiltransport*, 2021.
- ¹⁰⁹ Klimarådet, *Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion*, 2020.
- ¹¹⁰ Energistyrelsen, *Efterspørgsel efter Power-to-X-produkter*, 2021.
- ¹¹¹ Klimarådet, *Veje til klimaneutral lastbiltransport*, 2021.
- ¹¹² International Energy Agency, *The Future of Hydrogen Report - Seizing today's opportunities*, 2019.
- ¹¹³ Klimarådet, *Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion*, 2020; Klimarådet, *Baggrundsnotat om sektorvurderinger - Baggrundsnotat til Klimarådets rapport Statusrapport 2021*, 2021.
- ¹¹⁴ Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping, *Position Paper Fuel Option Scenarios*, 2021; IRENA, *A pathway to decarbonise the shipping sector by 2050*, 2021; UMAS, *Aggregate investment for the decarbonisation of the shipping industry*, 2020.
- ¹¹⁵ Shippingwatch, *Maersk uses option to add four methanol ships to orderbook*, 2022, (<https://shippingwatch.com/carriers/Container/article13626287.ece>); Mærsk, *Maersk signs shipbuilding contract for world's first container vessel fueled by carbon neutral methanol*, 2021 (<https://www.maersk.com/news/articles/2021/07/01/container-fueled-by-carbon-neutral-methanol>).
- ¹¹⁶ DNV GL, *Maritime Forecast to 2050*, 2019.
- ¹¹⁷ DNV GL, *Maritime Forecast to 2050*, 2019.
- ¹¹⁸ COWI, *Grøn omstilling af danske indenrigsfærger*, 2021.
- ¹¹⁹ Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping, *Position Paper Fuel Option Scenarios*, 2021; IRENA, *A pathway to decarbonise the shipping sector by 2050*, 2021; UMAS, *Aggregate investment for the decarbonisation of the shipping industry*, 2020.
- ¹²⁰ NLR – Royal Netherlands Aerospace Centre SEO Amsterdam Economics, *Destination 2050 – A route to net zero European aviation*, 2021.
- ¹²¹ Air Transport Action Group, *Waypoint 2050*, 2021.
- ¹²² McKinsey & Company, *Hydrogen-powered aviation - A fact-based study of hydrogen technology, economics, and climate impact by 2050*, 2020.
- ¹²³ McKinsey & Company, *Hydrogen-powered aviation - A fact-based study of hydrogen technology, economics, and climate impact by 2050*, 2020.
- ¹²⁴ Regeringen, *Regeringens strategi for POWER-TO-X*, 2021.
- ¹²⁵ Niras, *CCS og CCU Potential, omkostninger og virkemidler*, 2020.
- ¹²⁶ Energistyrelsen, *Muligheder og udfordringer ved indpasning af storskala PtX i det danske elsystem*, 2021.
- ¹²⁷ Energistyrelsen, *Muligheder og udfordringer ved indpasning af storskala PtX i det danske elsystem*, 2021.
- ¹²⁸ Energistyrelsen, *Energistatistik 2020*, 2021.
- ¹²⁹ Danmarks Statistik, *MRO₂ StatBank Denmark - Environment and energy*, 2022.
- ¹³⁰ A.P. Møller Mærsk, *A.P. Møller - Maersk accelerates Net Zero emission targets to 2040 and sets milestone 2030 targets*, 2022, (<https://www.maersk.com/news/articles/2022/01/12/apmm-accelerates-net-zero-emission-targets-to-2040-and-sets-milestone-2030-targets>).
- ¹³¹ Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping, *Position Paper Fuel Option Scenarios*, 2021; Regeringen, *Regeringens strategi for POWER-TO-X*, 2021.
- ¹³² Offshore Energy, *Maersk CEO: We expect to order first ships running on new fuels in three years*, 2021 (<https://www.offshore-energy.biz/maersk-ceo-we-expect-to-order-first-ships-running-on-new-fuels-in-three-years/>).
- ¹³³ Öko-Institut e.V., *Ammonia as a marine fuel*, 2021; Franz m.fl., *MarE-Fuel: ROADMAP for sustainable maritime fuels*, 2021.
- ¹³⁴ Air Transport Action Group, *Waypoint 2050*, 2021.
- ¹³⁵ Arbejderbevægelsens Erhvervsråd, *Power-to-X-teknologier kan skabe 22.000 job over ti år*, 2020.
- ¹³⁶ Energinet, *Nye vinde til brint*, 2020.
- ¹³⁷ Klimarådet, *Kendte veje og nye spor til 70 procents reduktion*, 2020.
- ¹³⁸ Regeringen, *Regeringens strategi for POWER-TO-X*, 2021.

Hvem har vi talt med?

I arbejdet med rapporten har Klimarådet og Klimarådets sekretariat haft drøftelser med en række organisationer og eksperter: Better Energy, Brian H. Jacobsen (IFRO, Københavns Universitet), Brian Vad Mathiesen (PAN, Aalborg Universitet), CONCITO, Danmarks Meteorologiske Institut, Danmarks Statistik, Dansk Affaldsforening, Dansk Industri, Dansk Solcelleforening, Dansk Solkraft, Ea Energianalyse, Energinet, Energistyrelsen, Energisællesskaber.dk, Erhvervsstyrelsen, Fødevareministeriet, Henrik Karring (KBM, Syddansk Universitet), Henrik Lund (PLAN, Aalborg Universitet), Henrik Wenzel (IGT, Syddansk Universitet), Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, Kommunernes Landsforening, Landbrugsstyrelsen, Mette Hjort Mikkelsen (DCE, Aarhus Universitet), Michael Friis Pedersen (IFRO, Københavns Universitet), Peter Kai (BCE, Aarhus Universitet), Peter Lund (DCE, Aarhus Universitet), Rikke Albrechtsen (DCE, Aarhus Universitet), Rådet for Grøn Omstilling, Stiesdal Fuel Technologies, Tommy Dalgaard (AGRO, Aarhus Universitet), Transport & Environment, Transportministeriet, Udenrigsministeriet, Vejdirektoratet, Vivian Kvist Johannsen (IGN, Københavns Universitet), Wind Denmark og 92-gruppen.

